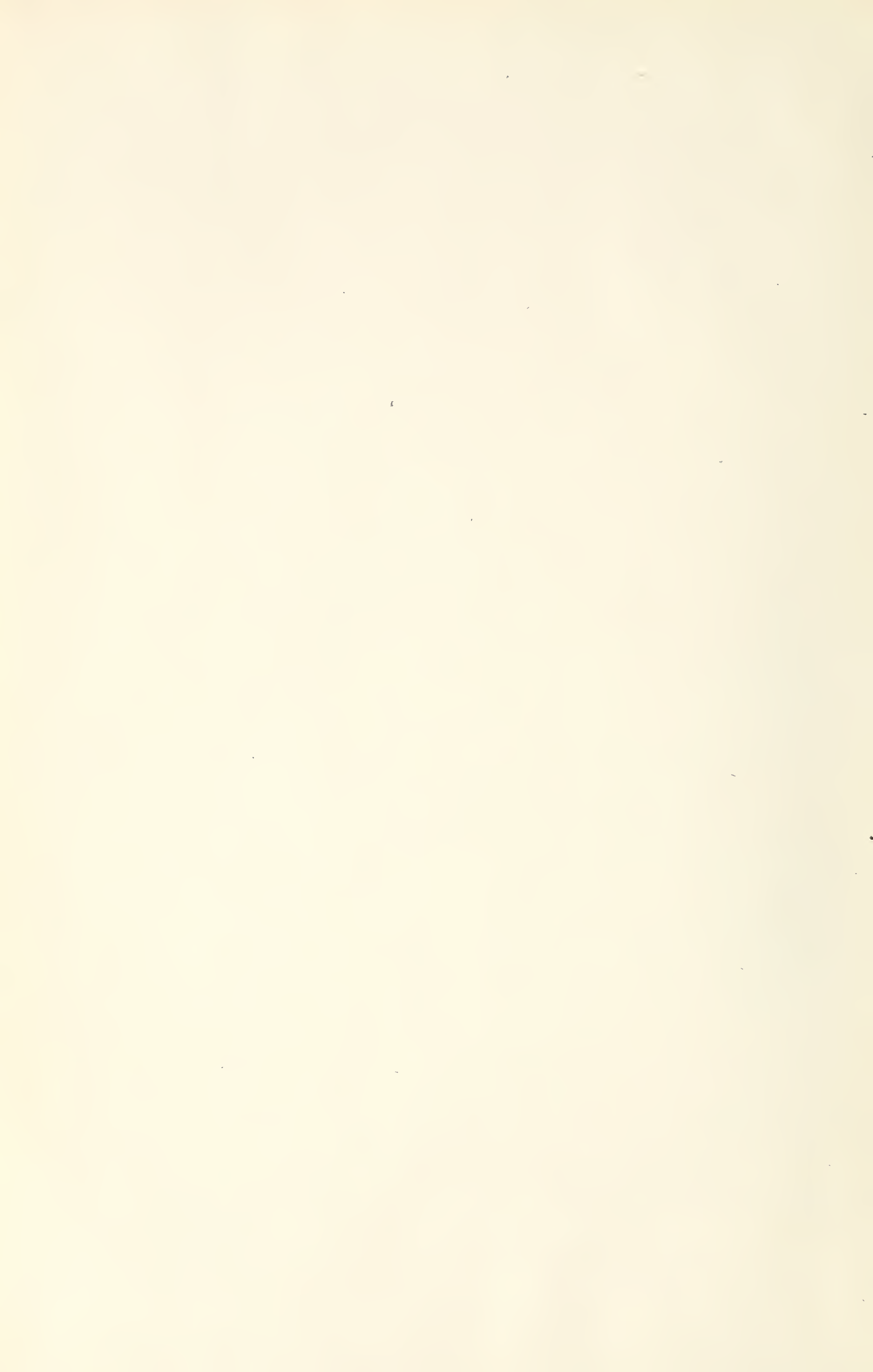




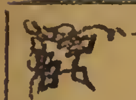
Natural History Museum Library
000328273











Abhandlungen der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt.
Neue Folge, Heft 48.

Beiträge zur Seenkunde.

Teil I.

Von

Dr. Alfred Jentzsch,
Landesgeologe, Professor und Geheimer Bergrat in Berlin.

Mit Beiträgen von

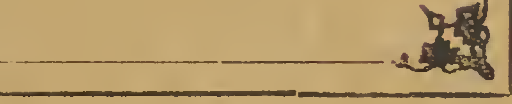
Dr. Wilhelm Halbfaſs, Professor in Jena
Dr. Felix Jentzsch, Privatdozent in Gießen
und **Friedrich Schild,** † Realschuldirektor in Gronau.

Mit 12 Tafeln.

Herausgegeben
von der
Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt.

BERLIN.
Im Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt
Berlin N 4, Invalidenstraße 44.
1912.





Preis 6 Mark.



Abhandlungen

der

Königlich Preufsischen Geologischen Landesanstalt.

Neue Folge.

Heft 48.



BERLIN.

Im Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt

Berlin N. 4, Invalidenstr. 44.

1912.



Beiträge zur Seenkunde.

Teil I.

Von

Dr. Alfred Jentzsch,
Landesgeologe, Professor und Geheimer Bergrat in Berlin.

Mit Beiträgen von

Dr. Wilhelm Halbfaſs, Professor in Jena
Dr. Felix Jentzsch, Privatdozent in Gießen
und **Friedrich Schild,** † Realschuldirektor in Gronau.

Mit 12 Tafeln.

Herausgegeben
von der
Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt.

BERLIN.
Im Vertrieb bei der Königlich Preußischen Geologischen Landesanstalt
Berlin N 4, Invalidenstraße 44.
1912.

Inhalts-Verzeichnis.

Vorwort.

Bei dem Fortgang der geologischen Landesaufnahme hat sich immer deutlicher die Notwendigkeit ergeben, neben dem trocknen Lande auch die Wasserflächen und deren Untergrund zu erforschen und darzustellen. Während Flüsse und Meeresküsten seit langem Gegenstand wissenschaftlicher und technischer Untersuchung waren und seit etwa zwei Menschenaltern auch die Tiefen und Abgründe des Weltmeeres dem forschenden Wetteifer der führenden Kulturvölker ihre Geheimnisse zu enthüllen begannen, hat die wissenschaftliche Erforschung der im Binnenlande eingeschlossenen stehenden Gewässer, der Binnenseen, erst spät und vereinzelt eingesetzt. Überall aber, wo dies geschah, haben sich neue, wissenschaftlich oder praktisch bedeutsame Tatsachen herausgestellt. Die große Zahl der norddeutschen Binnenseen fordert zu einer umfassenden und vielseitigen Erforschung derselben geradezu heraus. Mit den hierzu erforderlichen Vorarbeiten beauftragte die Direktion der Königlichen Preußischen Geologischen Landesanstalt den Unterzeichneten. Diese Vorarbeiten bestehen:

a) in der Einrichtung eines Seen-Archivs, welches Karten und Nachrichten zunächst über alle preußischen Seen, und darüber hinaus auch Material zur allgemeinen Seenkunde sammeln soll;

b) in der versuchsweisen Erforschung einzelner Seen, in denen die zu befolgende Methodik erprobt werden sollte;

c) in der Herausgabe von »Beiträgen zur Seenkunde«, deren erstes Heft hiermit der Öffentlichkeit übergeben wird.

d) Daneben sind seit Jahren durch Beamte der Anstalt diejenigen Seen ausgelotet worden, deren Umgebung in unserer geologischen Spezialkarte zur Darstellung gelangte.

Nach diesen Lotungen sind in den neueren Kartenlieferungen die Seen mit Tiefenlinien (Isobathen) versehen worden.

Die Zeichnung der Isobathen bildet jedoch keineswegs den Abschluß, sondern nur den Anfang der Seenforschung. Jeder See ist eine nahezu geschlossene Welt für sich, in der die mannigfaltigsten Beziehungen und Wechselwirkungen nach Gestalt und Maß, physikalischen, chemischen und biologischen Kräften stattfinden und fortdauernd geologisch schaffen, dabei abhängig von meteorologischen Änderungen und von tiefgreifendem Einfluß auf Fischerei, Wasserwirtschaft und mancherlei andere praktische Dinge. Erst aus der Vergleichung zahlreicher Seen ergeben sich allgemein gültige Gesetze für die Art der in allen Seen wirkenden Kräfte. Und erst, wenn alle diese Gesetze erkannt sein werden, wird man die besondere Eigenart jedes einzelnen Sees voll würdigen können.

Diesem Gedanken sollen unsere »Beiträge zur Seenkunde« dienen. In zwangloser Folge sollen sie Karten und Forschungsergebnisse verschiedenster Art über einzelne Seen bringen; immer aber unter dem Gesichtspunkte, Zusammenhänge zu suchen oder doch Stoff für solches Suchen zu geben: für die Ähnlichkeiten und Unterschiede der geschilderten Seen untereinander bezw. gegenüber anderen, genauer erforschten; für die Beziehungen beobachteter Einzelerscheinungen eines Sees zu den am selben See sonst noch beobachteten Tatsachen; endlich für die Beziehungen des Sees zum geologischen Aufbau seiner Umgebung wie des ganzen Landes.

So wollen wir durch Ansammlung und Vergleichung von Einzelbeobachtungen allmählich gelangen:

a) zur Physiologie eines Sees, umfassend die Gesamtheit der in dem geschlossenen Raum eines Sees periodisch wiederkehrenden Wechselwirkungen;

b) darüber hinaus zur Geologie eines Sees, umfassend dessen erste Entstehung, seitherige und voraussichtlich künftige Umwandlung.

Geologie und Physiologie der Binnenseen stehen in enger Beziehung zur gesamten Geologie und zur Meereskunde. Sie können und müssen von beiden lernen; umgekehrt können sie beiden nützlich werden: Die Geologie, insbesondere Norddeutschlands, hat sich mit zahlreichen, in oder an Binnenseen entstandenen Gebilden zu beschäftigen, deren Entstehung und Sonderart durch die Erforschung lebender Binnenseen geklärt wird. Und die Meereskunde findet in den Seen gewissermaßen Modelle, an deren kleineren Maßen, geschlossenen Formen, jüngerem Alter und einfacheren Verhältnissen einzelne Theorien und Hypothesen geprüft und weiter ausgebaut werden könnten.

Schließlich werden wir die Seen in gewisse geologische, geographische, hydrologische und biologische Normal-Typen sondern, und jeden einzelnen See unseres Landes einem oder mehreren dieser Typen, mit Angabe der individuellen Abweichungen, angliedern können.

Die Tafeln des vorliegenden Heftes sind schon vor etwa fünf Jahren vollendet. Durch den Tod eines Mitarbeiters wie durch dringende andere Arbeiten des Unterzeichneten hat sich die Herausgabe über Erwarten verzögert. Inzwischen sind für die folgenden drei Hefte bereits die Tafeln vollendet und daraus einzelne Beiträge (SCHÜTZE, Die Seen der Provinz Posen 1909, und SAMTER, Zehn Märkische Seen 1912) in Sonderabdrücken ausgegeben. Möge aus den unvollkommenen Einzelbeiträgen, welche wir zusammentragen, mit der Zeit ein zusammenhängender Bau erwachsen!

Berlin, im Mai 1912.

A. Jentzsch.



Entwurf einer Anleitung zur Seen-Untersuchung bei den Kartenaufnahmen der Geologischen Landesanstalt.

Von **Alfred Jentzsch** in Berlin.

Jeder Binnensee ist eine Welt für sich. Die Naturgeschichte auch nur eines Sees nach allen Richtungen hin endgiltig zu erforschen, reicht die Lebensarbeit eines Menschen nicht aus. Angesichts der Tausende zu untersuchender Binnenseen muß demnach die Kartierung sich auf die Feststellung derjenigen Verhältnisse beschränken, welche für den einzelnen See und seine hauptsächlichsten Teile in wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Hinsicht bezeichnend sind. Diese Feststellung gewinnt an Wert durch die anzustrebende Gleichartigkeit der Untersuchungen. Es wird und muß also genügen, von jedem See nur eine Auswahl von Eigenschaften zu bestimmen; diese Auswahl aber soll für viele Seen die gleiche sein, wodurch erst die Vergleichbarkeit erreicht wird. In Norddeutschland fehlen große Seetiefen; dafür ist eine ganz ungeheure Zahl kleiner Lotungen auszuführen, um den vielgestaltigen Boden der zahlreichen Seen zu erforschen. Hierdurch ergeben sich für Norddeutschland einige Besonderheiten der Seenforschung.

In der Wasserfläche des Sees sollen, soweit praktisch durchführbar, bestimmt und in Karte oder Erläuterung dargestellt werden:

1. die Gestaltung des Untergrundes;
2. die Verbreitung der untergetauchten wie der als »Schaar« in die Luft emporragenden Pflanzenbestände;
3. die Beschaffenheit des Untergrundes;
4. Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers.

Am Rande und in der Umgebung des Sees sollen

5. die Ufergesteine kartiert und
6. die auf die Entstehung, Abschließung und bisherige teilweise Ausfüllung des Seebeckens erkennbaren Tatsachen festgestellt werden.

Die Ermittelungen zu 1—4 erfordern den Gebrauch eines Bootes. Auf vielen Seen ist ein solches vorhanden und dessen Benutzung durch die Gefälligkeit des Fischerei-Berechtigten zu erlangen. Durch letzteren kann bisweilen, wenn auf dem zu untersuchenden See kein geeignetes Boot vorhanden ist, von einem benachbarten See ein solches herangeschafft werden. Jeder See, auf welchem ein Boot erhältlich, ist zu untersuchen. Läßt sich kein Boot beschaffen, so sind über die Tiefe des Sees möglichst zuverlässige Erkundigungen einzuziehen. Ergiebt sich danach oder nach den sonstigen Umständen die Sicherheit oder hohe Wahrscheinlichkeit, daß der See weniger als 5 m Tiefe hat, so kann in Ermangelung eines Bootes die Untersuchung zu 1., 3. und 4. unterbleiben, und diejenige zu 2. auf die vom Rande her zu bewirkende Kartierung der »Schaar« beschränkt werden. Ist zu vermuten, daß der unbefahrbare See mehr als 5 m Tiefe haben könnte, so ist darüber schriftlich zu berichten, damit entschieden werde, ob der See etwa im Winter vom Eise aus zu loten sei oder ob wegen zu geringer Wichtigkeit hiervon abgesehen werden soll.

Da Wind die Ortsbestimmung des fahrenden Bootes erschwert, sind für die Bootsfahrten möglichst windschwache Tage zu wählen und stürmische Tage völlig zu meiden, ebenso Nebel. Dagegen bildet Regenwetter kein wesentliches Hindernis für Seeuntersuchungen. In der Regel genügt 1 Ruderer. Bei größeren Seen sind deren 2 erforderlich oder doch förderlich.

1. Die Gestaltung des Untergrundes

wird dargestellt durch Isobathen, also durch Linien, welche alle Punkte gleicher Tiefe unter dem mittleren Wasserspiegel verbinden. Die Isobathen werden in Tiefen-Abständen von 10 zu 10 m gelegt. Außerdem wird — durch -^-- gestrichelte Linien — in jedem See die Linie von 5 m Wassertiefe eingetragen, weil diese geologisch, physikalisch, chemisch, biologisch und wirtschaftlich von besonderer Wichtigkeit ist. Wo es zur Charakteristik der Bodengestaltung wünschenswert und nach der Anzahl der vorliegenden Lotungen ausführbar erscheint, werden durch gestrichelte Linien die so unterschiedenen Tiefenstufen halbiert. Es werden also eingezeichnet in allen Fällen:

gestrichelt die Linien von 5 m, ausgezogen die Linien von 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 m Tiefe;

in geeigneten Fällen:

gestrichelt die Linien von 2,5, 7,5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75 m Tiefe.

Außerdem werden bei größerer Verbreiterung einer dieser Tiefenstufen noch unter Beifügung eines Punktes einzelne Tiefenziffern eingeschrieben, welche örtliche Maxima oder Minima bezeichnen.

Die Einzeichnung der Isobathen erfolgt auf Grund sämtlicher als zuverlässig erscheinenden Lotungen durch Interpolation der die Linien bezeichnenden Tiefen zwischen 2 benachbarten Einzellotungen.

Wennschon die Auffindung der größten Tiefe jedes Sees anzustreben bleibt, ist doch noch wichtiger als deren Auffindung die Darstellung des Verlaufes der Linien geringer und geringster Tiefe. Überdies sind die größten Tiefen erst dann mit Sicherheit als solche erkennbar, wenn der allgemeine Verlauf der flacheren Tiefenlinien genügend bekannt ist. Deshalb ist zuerst die 5 m-Linie zu entwerfen, deren Lage mit verhältnismäßiger Sicherheit durch den Umstand bestimmt wird, daß sie zwischen dem See-Ufer und dem nächsten, mehr als 5 m Wassertiefe erreichenden

Lotpunkte hindurchlaufen muß. In ähnlicher Weise sind alle etwa im offenen Wasser gefundenen Untiefen durch die 5 m-Linie abzugrenzen und durch die Eintragung der geringsten beobachteten Tiefe zu bezeichnen. Ist diese Linie ermittelt, so dient sie in analoger Weise als Anhaltspunkt beim Entwerfen der 10 m-Linie, u. s. f. So wird der Spielraum für die Linien größerer Tiefe immer beengter, und schließlich wird es leicht, die wirklich größten Tiefen durch einige nachträglich in diesen engsten Raum eingesetzte Lotungen zu finden. Bei dem Einzeichnen der Tiefenlinien sind die Inseln und Untiefen, die isolierten Kessel, die unter Wasser fortsetzenden Haken, die Barren der Buchten und der gewöhnlich zwischen 1 m und 5 m Tiefe verhältnismäßig rasch abfallende »Schaarberg« besonders zu beachten und möglichst zum Ausdruck zu bringen.

Die Einzellotungen, aus welchen das in Isobathen ausgedrückte Gesamtbild abgeleitet wird, erfordern

a) die Bestimmung der senkrechten Wassertiefe;
b) » » » Lage des Lotpunktes auf der Karte.

Die Bestimmung zu a) erfolgt:

α) bei den meisten Seen durch das Handlot;
β) bei einzelnen besonders großen oder tiefen Seen mit der (größeren) Ule'schen Lot-Maschine;
γ) in seltenen Ausnahmefällen, nämlich wenn Wassertiefen von weniger als 1—5 m untersucht werden sollen, mit Peilstangen.

1 a α. Bestimmung der senkrechten Wassertiefe. In allen gewöhnlichen Fällen ist das Handlot der geeignetste und bequemste Apparat. Es besteht aus dem Lot, der Lotleine und einem Haspel. Das Lot soll so schwer sein, daß es die Leine straff hält und beim Einwurf schnell zu Boden sinkt; aber es soll auch nicht zu schwer sein, um bei dem erforderlichen vielmaligen Aufholen die Kräfte des lotenden Geologen nicht zu sehr zu ermüden. Immerhin muß es so schwer sein, daß der die Lotleine haltende Geologe mit Sicherheit unterscheiden kann, ob das

Lot frei an der Leine hängt oder ob es vom Seegrunde gestützt wird? Bei der Befahrung eines Sees sollen deshalb 2 Lote verschiedener Größe zur Hand sein, und überdies noch ein drittes Lot zum Ersatz etwa verloren gehender Stücke. Um den Verlust des Lotes tunlichst zu vermeiden, ist besondere Vorsicht geboten

I. bei der Befestigung an der Leine;

II. beim Loten in Tiefen von 1—7 m, weil dort stellenweise dichte Pflanzenbestände das Lot festhalten oder, wenn durch dieses vom Boden losgerissen, als übergroße Last wirken können;

III. bei der Aufbewahrung der Lotleine. Diese ist nach Gebrauch sofort an der Luft zu trocknen, da ein längeres Aufbewahren feuchter Lotleinen letztere verrottet und somit ein Zerreißen beim späteren Wiedergebrauch erleichtert.

Zu 1 a α I. erfolgt die Befestigung entweder durch einen Karabinerhaken oder durch einen Knoten. Letzterer darf einerseits nicht ganz fest gezogen werden, weil er sonst in durchnäßtem Zustande nur sehr schwer wieder gelöst werden kann; anderseits soll er durch einseitigen Zug — wie ihn das Lot ausübt — nicht auseinander gezogen werden. Um letztere Bedingung zu erfüllen, soll das freie Ende der Lotleine etwa 10 cm aus dem Knoten herausragen. Ein geeigneter Knoten ist sicherer als ein Karabinerhaken. Die Lote sind cylindrische Bleigewichte. Für die Verhältnisse der Norddeutschen Seen empfehlen sich niedrige Bleicylinder mit verhältnismäßig großer Grundfläche mehr, als die sonst vielfach üblichen hohen Bleicylinder von Uhrgewicht-ähnlichen Größenverhältnissen. Letztere sinken zwar etwas schneller und bereiten bei Aufholen des Lotes weniger Widerstand; dieser Unterschied ist aber bei den kleinen Tiefen der norddeutschen Seen verschwindend gering; dafür haben die niedrigen Cylinder für uns den Vorteil, daß sie bei gleichem Gewicht die Grenze zwischen Wasser und Bodenschlamm schärfer und leichter markieren. Die Lote sind mit Vertiefungen versehen, in welchen schon beim gewöhnlichen schnellen Loten etwas Schlamm des

Untergrundes sich festsetzt, sodaß letzterer untersucht oder doch nach seinem Hauptwesen bestimmt werden kann. Das anderwärts übliche Einschmieren von Talg in Gruben der Blei-Grundfläche ist für unsere geologischen Zwecke in der Regel nicht empfehlenswert.

Vollkommenere Bodenproben ergibt das Ventillot, welches einen unten scharfrandigen, unten mit einer nach innen leicht sich öffnenden Klappe geschlossenen Hohlzylinder darstellt. Das Ventillot ist schwerer als das einfache, für gleiche Tiefen brauchbare Handlot. Es ist letzterem in der Ermittelung der Wassertiefe gleichwertig, für die Untersuchung des Untergrundes überlegen. Doch beansprucht es etwas mehr Zeit und Kraft; auch geht es in untergetauchten Pflanzenbeständen noch leichter verloren, als das einfache Lot, und sollte daher nur dort gebraucht werden, wo dichte oder besonders üppige Pflanzenbestände nicht zu erwarten sind. In 7 m oder mehr Wassertiefe ist es überall brauchbar, aber dennoch behufs Zeitersparnis in jedem See auf eine kleine Zahl von Lotpunkten zu beschränken.

Die Lotleine soll geflochten und imprägniert sein. Sie wird unter der Aufsicht des Geologen in Abschnitte von je 1 m Länge geteilt und zwar mittels Knoten oder durchgezogener Bandstückchen von je etwa 10 cm Länge. Jedes fünfte Bandstückchen erhält eine abweichende Farbe, sodaß beim Einlassen und Aufholen des Lotes schon an der Zahl der eingeknüpften Bandstückchen leicht, schnell und sicher die Tiefe in ganzen Metern erkannt wird. Dezimeter werden geschätzt. Dabei ist zu beachten, daß das letzte Glied der Leine, einschließlich Knoten und Lotkörper genau einen Meter lang sei. Bei wiederholten See-Untersuchungen sind die Längen der einzelnen Abschnitte nachzuprüfen und etwaige stärkere Verzerrungen als Korrektur der Lot-Ablesungen in Ansatz zu bringen. Die Lotleine soll großen Widerstand gegen Zug, aber geringen gegen Biegung leisten, da eine erhebliche »Steifigkeit« zu Krümmungen der Leine und demnach zu falschen Ablesungen der geloteten Tiefen führen müßte. Es ist also eine verhältnismäßig dünne aber sehr zugfeste Leine (Schnur) zu verwenden. Der

lotende Geologe sollte für gewöhnliche Fälle Lotleinen von 30 m Länge verwenden, aber eine solche von 50 m Länge in Reserve führen. Durch Verküpfung beider können bei Bedarf Tiefen bis zu 80 m gelotet werden.

In tieferen Seen kann statt der Leine mit Vorteil ein Draht verwandt werden, falls für dessen Aufholung eine Kurbelrolle vorhanden ist.

Für norddeutsche Seen gilt aber als Regel: Im allgemeinen Handlot mit Leinen, für das offene Wasser der tiefsten Seen Lotmaschine mit Draht.

Für Tiefen von mehr als 40 m soll, für solche von mehr als 20 m kann mit Vorteil die Handlotleine durch den Stahldraht der Lotmaschine ersetzt werden.

Die Haspel dürfen sehr einfach sein und mit der Hand gehalten werden. Auf etwas größeren Seen werden sie am Bootsrande durch Klemmschrauben befestigt. Beim Loten soll die Leine straff und möglichst senkrecht sein. Eine Abweichung um wenige Grade von der Senkrechten bedingt keinen merklichen Fehler. Eine stärkere Abweichung aber würde einen verhältnismäßig viel größeren Fehler bedingen, weil dann die Tiefenablesung nicht nur im Verhältnis von Hypotenuse zu Kathete, sondern auch im Verhältnis von Bogen (d. h. Kettenlinie) zu Sehne vergrößert würde. Denn sobald die Lotleine merklich von der Senkrechten abweicht, krümmt sie sich zur Kettenlinie. Je tiefer der See ist, um so vollkommener muß das Boot während des Lotens zur Ruhe gebracht werden. Bei geringen Tiefen genügt es, während sehr langsamer Bootsfahrt das Lot — nach Freilegung eines hinreichend langen Stückes Lotleine — einige Meter vorauszuwerfen, und dann die Leine anzuziehen, bis beim Vorwärtsgleiten des Bootes ein Augenblick eintritt, wo die Leine senkrecht steht und ein Minimum von Tiefe anzeigt. In diesem Augenblick faßt man mit dem Zeigefinger der rechten Hand die Leine genau am Wasserspiegel, zieht heraus, schätzt sofort die Dezimeter, liest dann beim Hereinholen der Leine die ganzen Meter ab, und vermerkt die Ziffer im Taschenbuch.

Ist das Boot über die Lotstelle hinausgetrieben, ohne daß die senkrechte Tiefe hat gemessen werden können, so muß es durch schwache Ruderschläge wieder zur Lotstelle zurückgebracht werden. Da dieser Punkt nur schwer mit völliger Genauigkeit erreicht wird, verbessert man geringe Seitenverschiebungen dadurch, daß man, nach annähernder Wiedererreichung der Lotstelle, das Lot um einige Meter hebt, es zurückschwingen und bei Erreichung einer senkrechten Lage der Lotleine schnell wieder fallen läßt. Diese Verbesserung ist so lange zu wiederholen, bis bei zweimaligem Fallenlassen gleiche Dezimeter abgelesen werden.

I a β. Die Ule'sche Lotmaschine ist nur in größeren Seen von mehr als 20 m Maximaltiefe zu verwenden. Da beim Gebrauche leicht Störungen eintreten können, sollte sie nur von solchen benutzt werden, welche bereits einige Übung in der Anwendung des Handlotes besitzen. Auch sollte die Benutzung auf den von untergetauchten Pflanzenbeständen freien Teil des offenen Wassers beschränkt werden.

Beim Gebrauche ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Der hölzerne Transportkasten wird geöffnet und die den Apparat darin festhaltenden Holzriegel werden zurückgedreht.

2. Die Maschine wird herausgenommen und am Bootsrande durch Anziehen der Klemmschraube befestigt.

3. Die Flügelschraube der Kurbel-Axe nebst zugehöriger Unterlags-Scheibe abgenommen.

4. Die Flügelschraube der den Lotungsdraht tragenden Rolle abgenommen.

5. Letztere Rolle um ihre Vertikalaxe um 90° gedreht.

6. Die unter 4. abgenommene Flügelschraube durch das Loch des die Axe tragenden Rahmens hindurchgesteckt und in das Loch des Rahmens der Lotungsrolle hineingeschraubt.

7. Die Kurbelwelle nun in die Axen-Höhlung der Lotungsrolle eingeschoben. Dies geschieht, indem deren 1. Nase soweit gedreht wird, daß sie durch den sichtbaren Spalt hindurch schlüpfen kann. Wenn dann die Axe sich nicht mehr weiter einschieben läßt, wird dieselbe so lange gedreht, bis sie sich weiter einschieben

läßt und um etwa Fingerbreite hinausragt. Dann muß die 2. (längere) Nase der Kurbelaxe zwischen den unteren Kanten des den Zählapparat umschließenden Messinggehäuses stehen.

8. Darauf werden die nach 3. abgenommene Unterlagsscheibe und die Flügelschraube wieder aufgesetzt bzw. aufgeschraubt.

9. Der mit dem Karabinerhaken verbundene Klaviersaitendraht wird durch den Korkspalt des Messingzylinders über die Führungsrolle und durch den Führungsring gelegt, und sodann zwischen die beiden Zinken des durch eine Flügelschraube in der richtigen Stellung festzuklemmenden Führungskammes geschoben.

10. Die an einer Sicherungskette hängende Sicherungsgabel wird aus ihrer Hülse gezogen und durch die 2 einander gegenüberstehenden Löcher des die Lotungsrolle umgebenden Rahmens gesteckt, so daß die Rolle nicht über einen bestimmten Punkt hinaus drehen kann.

11. Das Lot wird in den Karabinerhaken gehängt und beide Klauen des letzteren werden durch mehrfaches Umdrehen des Schraubenringes festgelegt.

12. Das Zählwerk wird auf 00 gestellt, indem zuerst das untere, dann das obere Zahnrad vorsichtig mit der Hand so lange gedreht wird, bis das Zeichen 0 herausspringt.

13. Das Zählwerk wird durch Lockern der den oberen Messingfortsatz des Gehäuses durchsetzenden Flügelschraube beweglich gemacht, und soweit gesenkt, daß die 2. Nase der Kurbelwelle in das untere Rad des Zählwerkes eingreift. Dann wird das Zählwerk durch Anziehen der Flügelschraube wieder befestigt.

14. Hand an die Kurbel; Sicherungsgabel herausziehen, Kurbel festhalten bis zum Schlusse der Lotung.

15. Aufholen des Lotes, Sichern, Ausschalten des Zählwerkes, Stellung desselben auf 0, Einschalten des Zählwerkes, dann Lotung am nächsten Lotpunkte u. s. f.

16. Nach Abschluß der Lotungs-Reihe alles abtrocknen, und in umgekehrter Reihenfolge der Handgriffe verpacken.

17. Im Quartier der offenen, möglichst warmen Luft aussetzen behufs völliger Trocknung; Einfetten der nicht lackierten Eisenteile mittels Maschinenöl, Petroleum oder Vaseline.

Auch für die Ule'sche Lotmaschine soll gewöhnlich ein Volllot verwendet werden. Die Benutzung des Ventillotes ist auf die unten (Abschnitt 3) geschilderten Fälle zu beschränken; das vorstehend unter 15. verlangte Ausschalten des Zählwerkes kann unterbleiben, so lange die Summe der bisher gezählten Meter erheblich unter 100 bleibt. Die Maschine zeigt nur ganze Meter an. Falls man von vornherein beachtet, wie hoch das Lot über der Wasserfläche hängt, wenn das Zählwerk auf 0 springt, und man anderseits beachtet, den wievielsten Teil einer Umdrehung, also eines Meters, die Rolle sich vom Augenblicke des Vorspringens einer Ziffer bis zum Auftreffen des Lotes auf den Untergrund gedreht hat, so wird man Dezimeter mit hinreichender Sicherheit bestimmen können.

1 a γ. Peilstangen sind in sehr flachem Wasser mit Vorteil zu verwenden, jedoch nur, wenn ihre Herbeischaffung keine Schwierigkeiten bereitet. Bis zu 2 m Wassertiefe kann der Erdbohrer als Peilstange dienen; doch muß dann seine Spitze durch ein Stück Holz, Rinde oder Kork so verbreitert werden, daß sie in den Untergrund nicht eindringen kann. Auch ist es dann förderlich, die Mitte des 2 m-Bohrers durch eine Marke (z. B. eine kleine Klemmschraube) so zu bezeichnen, daß Dezimeter geschäzt werden können. Auch ohne solche Marke ist der 2 m-Bohrer als Peilstange geeignet, die Oberkante der Schaarberges schnell aufzufinden. Für Tiefen von 2—5 m können, falls vorhanden, Holzstangen oder zusammensetzbare Eisenstangen zum Peilen dienen. In der Regel aber wird für solche Tiefen das Handlot vorzuziehen sein.

1 a δ. Die Fehlerquellen beim Loten sind hauptsächlich folgende:

I. Im weichen Grunde sinkt das Lot ein. Deshalb soll das Lot eine breite Grundfläche haben und nicht mit großer Geschwindigkeit auf den Boden aufstoßen. Ist dies doch erfolgt, so soll durch geringfügiges Anziehen der Lotleine bzw. der Kurbel das Lot ein wenig gehoben und dann wieder fallen gelassen werden, wobei man in der Hand den Augenblick des Aufstoßes

recht wohl fühlen und danach die Tiefe messen kann. Auf härterem Grunde ist diese Vorsicht entbehrlich.

II. Die Lotleine weicht von der Senkrechten ab. Wie dieser Fehler auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist oben unter I. a. α. beschrieben.

III. Die bei lockerer Lage der Leine unbeabsichtigt entstehenden Knoten führen zur Ablesung zu großer Wassertiefen. Sie sind deshalb sofort nach Entstehen zu beseitigen.

IV. Beim Schätzen der Dezimeter können leicht Fehler bis zu 1 Dezimeter Größe unterlaufen. Diese lassen sich durch Übung verringern.

V. Die Knoten-Einteilung der Handlot-Leine weist oft kleine Fehler auf, welche im Einzelnen gegenüber anderen großen Fehlerquellen kaum in Betracht kommen, aber, wenn sie im gleichen Sinne mehrfach wiederkehren, sehr merkliche Messungsfehler bewirken können. Deshalb erhöht es die Genauigkeit, wenn auf einer festen, unveränderlichen Fläche (z. B. Fußboden oder Wand des vom Geologen bewohnten Hauses, Gartenzaun oder dergl.) das Normalmaß (der überall käufliche, in Centimeter geteilte Metermaßstab) mit möglichster Genauigkeit mehrmals aufgetragen wird, sodaß Längen von genau 5 m, 10 m oder mehr Meter ablesbar sind. An diesem für die Bedürfnisse der See-Auslotung hinreichend genauen Maße werden dann die verschiedenen Strecken der Lotleine bzw. des Drahtes der Lotmaschine durchgeprüft und etwaige Abweichungen im Taschenbuche tabellarisch eingetragen, um danach die Lotablesungen berichtigen zu können. Die Leinen sind sowohl im trockenen wie im nassen Zustande zu prüfen.

VI. Da durch Wasser und Zug die Lotleinen teils vorübergehend, teils dauernd ihre Längen ändern, sind von Zeit zu Zeit, wenigstens nach Abschluß der Seen-Aufnahmen eines Sommers, größere Strecken der Lotleine trocken und naß nachzuprüfen und tabellarisch aufzuschreiben.

In Berücksichtigung aller dieser Fehlerquellen muß man sich bewußt bleiben, daß bei größeren Seetiefen und weichem Grund die Messungsfehler sich zu Beträgen von 3 Decimeter summieren

können, während bei geringen Tiefen und hartem Grund die Summe der Messungsfehler die Größe eines Decimeters nicht erreichen darf.

Hierüber hinaus ist zu berücksichtigen, daß bei einer, durch mancherlei Umstände möglichen Ablenkung der Aufmerksamkeit leicht »grobe« Messungfehler von 1 oder mehreren ganzen Metern entstehen können. Wo solche als »möglich« vermutet werden, ist die Lotung entweder sofort zu wiederholen oder deren Ergebnis im Taschenbuche mit einem Fragezeichen zu versehen.

Alle Tiefenmessungen sind auf Mittelwasser zu beziehen. Wo dieses nicht näher bekannt, ist dafür die Höhe des Seespiegels zur Zeit der Lotung einzusetzen.

1 b. Bestimmung der Lage des Lotpunktes auf der Karte. Eine Lotung ist wertlos, wenn der Lotpunkt nicht auf der Karte eingetragen wird. Während es leicht ist, die senkrechte Tiefe mit einer für geologische und wirtschaftliche Zwecke ausreichenden Genauigkeit schnell zu messen, bedarf die Ortsbestimmung besonderer Maßnahmen, da ein Fehler der Ortsbestimmung den Verlauf der Isobathen verschiebt und somit zu einem unrichtigen Bilde der Gestaltung des Untergrundes führt. Die Ortsbestimmung geschieht am besten dadurch, daß, von einem bekannten Punkte des Ufers oder des Wasserrandes der »Schaar« ausgehend, geradlinig nach bestimmter Richtung quer über den See gefahren und entlang dieser Fahrt in vergleichbaren Abständen gelotet wird. Hiernach zerfällt die Ortsbestimmung in

α) Wahl und Eintragung des Ausgangspunktes in die Karte;
β) Bestimmung der Richtung des abzulotenden Querprofiles;
γ) Abmessung der Abstände entlang dieses Profils.

1 b α. Der Ausgangspunkt des ersten Querprofiles ist gewöhnlich die Bootsstelle. Als Ausgangspunkt der folgenden Querprofile wählt man in angemessenen Abständen solche Punkte, deren Lage sich entweder unmittelbar ersehen oder nach Schrittmaßen auf der Karte angeben läßt. Wenn, wie gewöhnlich, eine undurchdringliche Schaar den See umgibt, muß der Innenrand

dieser Schaar (also des Schilfdickichts) oft als Ausgangspunkt von Querprofilen dienen. In solchen Fällen muß die Breite der Schilfschaar entweder (wenn sie gering) nach Metern geschätzt, oder (bei größerer Breite) dadurch ermittelt werden, daß man über ihren Rand von bekannten Punkten der Seefläche oder ihrer Umgebung nach anderen bekannten Punkten sieht. Je 2 solcher Visuren bestimmen die Lage des Schilfrandes. Die Visuren können durch Photographien ersetzt werden.

1 b β. Die Richtung der Querprofile ist so zu wählen, daß sie bei voller Durchquerung des offenen Wassers möglichst kurz werden. Ein Versuch, etwa durch eine Längsfahrt in der Mitte eines langen Sees dessen Tiefen finden und kartieren zu können, würde zu durchaus fehlerhaften Vorstellungen führen, da bei solcher Längsfahrt weder die größten Tiefen sicher getroffen noch die Lagen der Lotpunkte hinreichend sicher bestimmt werden können. Die Richtung ist ferner so zu wählen, daß sie während der Fahrt möglichst sicher eingehalten werden kann, also

I. entweder nach einem leicht erkennbaren und sofort oder später auf der Karte eintragbaren Punkte: z. B. Kirchturm, Windmühle, hoher Schornstein, einzelner Baum, Mitte eines Gehöfts oder einzelnen Hauses, Waldrand, Gestell (Schneiße) im Walde, Mündung eines Baches oder Grabens, Spitze eines Hakens am Seeufer, Anfang, Ende oder Mitte einer auf der Karte verzeichneten Steilböschung u. s. f.,

II. oder von einem ebensolchen Punkte rückwärts vom diesseitigen Ufer weg, oder in der Verlängerung eines zum See herabführenden Weges oder Grenzrains,

III. oder, falls keine solchen Punkte sichtbar sind, nach einer bestimmten Richtung des in Sehweite des Geologen im Boote festzulegenden Kompasses, wobei die Nordrichtung des Teilkreises mit der Längsrichtnng des Bootes übereinstimmen und die Kompaßrichtung im Taschenbuche vermerkt werden muß.

Falls ein Geologe mit einem Ruderer den See befährt, sitzen beide, die Gesichter einander zugewandt, in der Symmetrie-Ebene des Bootes, und zwar der Ruderer vorn, der Geologe hinten.

Dann liegt die Innehaltung der Richtung im Falle II dem Ruderer allein, im Falle III dem Geologen ob, welcher durch Bewegung des linken oder rechten Armes dem Ruderer die Richtung andeutet, nach welcher er stärker rudern soll, um die gewählte Fahrtrichtung innezuhalten.

Im Falle I müssen beide zusammenwirken. Der Geologe schaut über die Spitze des Bootes nach dem Zielpunkte und beobachtet gleichzeitig mit dem Winkelprisma oder dem doppelten Winkelspiegel, ob die gerade Richtung eingehalten wird. Ergeben sich Abweichungen, so winkt er den Ruderer nach rechts oder links. Je weiter das Boot sich vom Ausgangspunkte entfernt, um so schärfer kann der Ruderer die verlangte Richtung ohne Beihilfe des Geologen einhalten, indem er vom Ausgangspunkte wegrudert, während der Geologe ihn nach dem Zielpunkte einwinkt.

Das Winkelprisma ist ein dreiseitig-rechtwinkliges Glasprisma, welches parallel seiner Basis oben durchschnitten und in seinen beiden Hälften verschieden weit um die Längsaxe gedreht ist. Blickt man hinein, so kann man das Prisma so halten, daß man scharf senkrecht übereinander die Bilder zweier Punkte erblickt, in deren Verbindungslinie sich unser Auge befindet. Man kann also mit Hilfe des Winkelprismas den Ruderer so lange nach rechts oder links winken, bis das Boot wieder genau in der geraden Verbindungslinie des Ausgangs- und Zielpunktes fährt. Das Auge befindet sich also dann im Scheitelpunkte eines gestreckten Winkels, dessen Schenkel durch den Ausgangs- und Zielpunkt der Profillinie gehen. Durch Wahl einer anderen Haltung des Winkelprismas kann man das Auge ebenso in den Scheitelpunkt eines rechten Winkels bringen, mithin durch Anvisiren eines auf der Karte festlegbaren senkrecht-seitlichen Punktes den Abschnit der in der Profillinie zurückgelegten Wegstrecke kartographisch festlegen. Dieses letztere Verfahren kann bei größeren Seen zur Korrektur der auf andere, gleich zu beschreibende Weise ermittelten Weglängen dienen. An Stelle des Winkelprismas kann man den ähnlich zu gebrauchenden »doppelten Winkelspiegel« zur Festhaltung der Fahrrichtung ver-

wenden. Manche Seeforscher ziehen diesen vor. Der Gebrauch jedes dieser beiden Instrumente ist vor Beginn der Lotungen auf dem Lande einzuüben, wozu wenige Minuten genügen. Bei sehr kurzen Profillinien ist das Winkelprisma entbehrlich.

Mit oder ohne dieses Hilfsinstrument wird durch Wind und Strömung das Boot manchmal um mehrere Bootslängen seitlich vertrieben. Dann soll nicht etwa im rechten Winkel in die verlassene Profillinie schnell zurückgefahren, sondern letztere nur in sehr spitzem Winkel zu erreichen angestrebt werden. Das Boot beschreibt unter solchen Umständen einen flachen Bogen, dessen Verlauf man schätzungsweise auf der Karte einzeichnet, um darauf die gemessenen Entfernungen der Lotpunkte aufzutragen.

1 b γ. Die Abmessung der Abstände kann für kleine, nahe dem Ufer zu messende Strecken mittels einer Meßschnur erfolgen; als solche läßt sich eine dünne Lotleine verwenden, deren Meterknoten durch kleine Korkscheiben bezeichnet und dadurch zum Schwimmen gebracht werden. Eine solche Meßschnur kann bei Bedarf leicht und schnell durch den Bohrarbeiter nach Anweisung des Geologen aus jedem beliebigen Bindfaden hergestellt werden, ist indessen nur für besondere Fälle von Nutzen. Zumeist, insbesondere im offenen Wasser und bei größerer Entfernung vom Ufer erfolgt die Abmessung durch Ruderschläge. Zu diesem Zwecke erhält beim Beginn der Seeuntersuchung der Ruderer die Anweisung, langsam, aber möglichst gleichmäßig zu rudern, dabei die Richtung einzuhalten, die Ruderschläge zu zählen und nach einer, innerhalb einer ganzen Profillinie gleichmäßigen Zahl von Ruderschlägen zu stoppen.

Sobald hierbei das Boot auf größeren Wassertiefen zu annäherndem Stillstand, auf kleinerer Wassertiefe zu hinreichend langsamer Fahrt gelangt ist, wird schnell gelotet und das Kommando zum Weiterrudern sofort nach Beginn des Loteinholens erteilt, welches beendet sein muß, ehe das Boot den nächsten Lotpunkt erreicht. Gegen Ende der Fahrt ist das Kommando »Stop« schon etwa zwei Bootslängen vor Erreichung des Endpunktes zu erteilen, die innerhalb der letzten Teilstrecke ausgeführte Zahl von

Ruderschlägen durch den Ruderer auszurufen und durch den Geologen aufzuschreiben. Diese Maßregel hat den Zweck, die letzte, kürzere Teilstrecke vergleichbar mit den übrigen, unter sich gleich langen Teilstrecken zu machen.

Die durch das Loten bedingten Aufenthalte sollen auf ein Mindestmaß gebracht werden, da jede Unterbrechung der Fahrt die Gelegenheit zu seitlichem Abtreiben verstärkt. Am Ende jeder Profillinie ist bei Ruhelage des Bootes ein Aufenthalt von einigen Minuten einzuschalten, um die während der Fahrt gemachten kurzen Aufschreibungen im Tagebuch durchzusehen und — soweit nötig — zu vervollständigen, in der Karte die Profillinien einzutragen, deren Endpunkte übereinstimmend mit dem Tagebuche durch Buchstaben zu bezeichnen, die von dem Punkte aus möglichen Visuren nach Haken, Scharrändern und künftigen Profilendpunkten vorzunehmen, Beobachtungen über Pflanzenbestände und Untergrundsbeschaffenheit aufzuschreiben, alles kartierbare, insbesondere einen vorläufigen Entwurf der Isobathen für das durchfahrene Seenprofil, mit leichten Strichen in die Karte zu zeichnen und in Karte, Taschenbuch, Geräten und etwa gesammelten Proben alles so weit vorzubereiten, daß die nächste Profillinie wieder mit möglichst geringen Aufenthalten abgelotet werden kann.

Durch einen Schlag des Ruderpaares wird das Boot nach den Umständen sehr verschieden, im Mittel ungefähr 3 m, weit fortbewegt. Für norddeutsche Seen empfiehlt sich hiernach, zwischen zwei Lotungen je 20, 30, 40 oder 50 Ruderschläge zu legen, bei den größten Seen je 60, 80 (oder allenfalls 100) Ruderschläge. Die genauere Auswertung der Ruderschläge jeder Profillinie erfolgt im Quartier durch Vergleichung mit den aus der Karte mit Hilfe des Zirkels zu entnehmenden Gesamtlängen. Letztere werden zunächst durch die Endpunkte bestimmt, in geeigneten Fällen auch noch durch die mittels des Winkelprismas inmitten der Gesamtstrecken erzielten Seitenvisuren. Solche Visuren kann man, je nach dem Halten des Winkelprismas, sowohl im Scheitelpunkte eines rechten, wie eines gestreckten Winkels vornehmen. Im letzteren Falle erhält man den Schnittpunkt der Profillinie mit der

Verbindungslinie zweier links und rechts davon gegebenen Punkte. Sobald der Schnittpunkt auf eine bestimmte, nach Anrufen vom Ruderer zu erfahrende und sofort niederzuschreibende Zahl der Ruderschläge bezogen wird, ergibt das eine treffliche Korrektur der unvermeidlichen feinen Streckenmessungsfehler und ein Mittel, etwaige grobe (durch falsches Zählen oder versäumte Niederschrift einer Lotung entstandene) Fehler zu entdecken.

Noch leichter und schärfer als durch Visuren mit dem Winkelprisma erhält man solche Schnittpunkte dann, wenn beim Rudern zwei auf der Karte kenntliche, seitlich gelegene Punkte für einen Augenblick zur Deckung kommen.

In besonders schwierigen, seltenen Fällen mag man dazu schreiten, am Seeufer Stangen als Merkpunkte aufzurichten oder inmitten sehr breiter Seeflächen ein mit bewimpeltem Mast versehenes Boot zu verankern, welches als Sicherungsmerkzeichen für Richtung und Länge der Profilstrecken dient. Doch muß dies immer nur Ausnahme bleiben. Dagegen empfiehlt es sich, schon vor Beginn des Lotens auf der Karte durch Abschreiten u. s. w. einzelne leicht kenntliche Punkte (z. B. hervorragende oder auffällig gestaltete Bäume einer Baumreihe) einzutragen, welche beim Abloten eines Querprofils als Landmarken dienen können. Auf größeren Seen ist es förderlich, für solche Visuren ein kleines Fernrohr (Marineglas oder Opernglas) zur Hand zu haben.

Genauer und zugleich bequemer als durch Ruderschläge vermag man auf größeren Seen die Entfernungen durch Anwendung eines »Woltmann'schen Flügels« zu messen. Dieser wird, in das Wasser tauchend, fest mit dem Boote verbunden und läßt dann unmittelbar die durchfahrene Länge ablesen. Dies durch Sven Hedin in den unbekannten Gebieten Zentralasiens mit Vorteil angewandte Verfahren erscheint für die kleinen, nach dem Verlaufe ihrer Ufer genau bekannten Seen Norddeutschlands entbehrlich, obwohl auch hier es in manchen Fällen von Nutzen sein würde. Bei der etwaigen Benutzung dieser Methode ist ein verhältnismäßig minder empfindlicher Flügel zu wählen und eine Bootsgeschwindigkeit von höchstens 1,5 Sekundenmeter einzuhalten.

1 b δ. Die Wahl der Profillinien geschehe schon vor Beginn des Lotens, jedoch mit der Maßgabe, daß eine Änderung der Wahl aus praktischen Gesichtspunkten auch während der Arbeit zulässig bleibt. Die Profillinien sollen alle Hauptteile des Sees in ungefähr — aber nicht genau — gleichen Abständen durchqueren, und mit den Uferlinien möglichst große Winkel bilden. Werden, was bisweilen geschieht, spitze Winkel erforderlich, so ist die Fahrtrichtung mit besonderer Schärfe innezuhalten.

Bei schmalen, flußartig langgestreckten Seen empfiehlt es sich im allgemeinen, die Profillinien im Zickzack, ohne daß sie sich schneiden, bis zum Ende des Sees zu führen. Bei anders gestalteten Seen sind ebenfalls die Profillinien möglichst so zu wählen, daß sie sich nicht schneiden, aber trotzdem alle erheblichen Buchten, Tiefen und Untiefen erschließen. Wird hierbei, um den Rösselsprung fortzuführen, ein Schneiden abgeloteter Profile durch das Zurückgehen auf einen früheren Ausgangspunkt erforderlich, so können während dieses Zurückgehens entweder die Lotungen auf größere Abstände beschränkt oder statt deren andere, unter 2, 3, 4 zu beschreibende Untersuchungen vorgenommen werden. Während des Ablotens der Hauptprofile haben solche Nebenarbeiten zu unterbleiben, damit nicht Störungen und Fehler entstehen.

Zeigt sich nach dem Abloten eines Profils während der Ruhepause, daß wichtige Stufen des Untergrundes, insbesondere der Verlauf des Scharberges aus den Lotungen nicht scharf genug ersichtlich werden, so sind nach Kennzeichnung des Ruhepunktes (etwa durch einen am Schilfrande zwischen die Schilfstengel gelegten Papierbogen) kurze, mit Lotungen oder Stangenpeilungen dicht bedachte, nur bis zum Fuße des Scharberges fortzusetzende Hilfsprofillinien in den See zu erstrecken. Auf ihnen können — ohne daß bei ihrer geringen Länge ein merklicher Fehler entstände — die für das Hauptprofil ermittelten Streckenwerte eines Ruderschlages als zutreffend betrachtet werden. Soll noch größere Genauigkeit erstrebt werden, so ist der Abstand dieser Hilfslotpunkte durch eine Meßleine zu ermitteln, welche entweder schwimmend zu erhalten, oder — falls eine Schwimmleine nicht zur Hand — durch eine Lotleine zu ersetzen ist, die am Anfangspunkte des

Profils, also am Lande oder in ganz flachem Wasser, durch ein möglichst schweres Lot festgehalten wird. Vorsicht gegen Verlust des Lotes im Kraut ist hierbei am Platze.

Immer ist von diesen kurzen Hilfsprofilen nach dem Ausgangspunkte eines Hauptprofils zurückzukehren, und schließlich vom letzteren aus oder von einem um eine gemessene Zahl Ruderschläge entfernten Punkte des Schar-Randes dann ein neues Hauptprofil nach der durch den Plan bestimmten Richtung zu beginnen.

Endlich ist, wenn alle geplanten Profile gelotet sind, mit leichten Strichen noch im Boote eine rohe, ganz vorläufige Isobathenkarte zu entwerfen, aus welcher man erkennt, wo etwa noch Lotungen zur Aufklärung charakteristischer Stellen der Isobathen erforderlich sind; also insbesondere, wo vielleicht noch tiefe Kessel oder flache Barren oder kritische Biegungen des Scharberges vermutet werden können? Diese Stellen sind gelegentlich der Rückfahrt zur ersten Bootsstelle abzuloten, aber immer mit genauer Ortsbestimmung der Lotpunkte durch deren Beziehung auf möglichst sichere Merkpunkte, in der Regel also durch Einschaltung von Querprofilen des ganzen Sees an den kritischen Stellen (für die Barren, Buchten und Kessel) oder durch Ablotung kurzer Hilfsprofile (für den Scharberg).

2. Die Verbreitung der Pflanzenbestände.

Es kann nicht Aufgabe der geologischen Kartierung sein, botanische Seltenheiten aufzusuchen. Dagegen können die natürlichen Pflanzenbestände (»Pflanzenformationen«) sehr wohl kartiert werden und verdienen das in wissenschaftlicher wie wirtschaftlicher Hinsicht. Sie bauen bei ihrem Zerfall die Torfe und andere biogene Schichten auf; sie gewähren den Fischen Laichplätze, Milliarden von Weichtieren, Würmern, Larven und Kleinwesen aller Art Halt, Unterschlupf, teilweise Nahrung und damit mittelbar auch den Fried- und Raubfischen Nahrung; sie beeinflussen den Gehalt des Wassers an Sauerstoff und Kohlensäure; sie beeinflussen die Wellen und Strömungen des Wassers, die Ablagerung von Sand und Schlamm und damit die fortwährende geologische Umgestaltung des Seebeckens.

Für die Kartierung sind im Wasser zu unterscheiden

a) über das Wasser hinaus in die Luft ragende Pflanzenbestände,

b) untergetauchte Pflanzenbestände, sowie solche, welche in bestimmten Jahreszeiten Schwimmblätter entwickeln.

Diese beiden Gruppen a) und b) sind in der Karte flächenhaft darzustellen und in den Erläuterungen für jeden untersuchten See kurz zu charakterisieren. Auch sind die Wassertiefen, bis zu welchen die verschiedenen Pflanzenformationen hinabsteigen, zu messen.

Oft herrscht eine Pflanzenart fast ausschließlich vor. Solche geschlossenen Bestände unter a) bilden z. B. das gemeine Schilf, *Phragmites communis;* der Kalmus, *Acorus Calamus;* der Fieberklee, *Menyanthes trifoliata*; der Wasserschachtelhalm, *Equisetum limosum;* die Teichbinse, *Scirpus lacustris;* und einzelne *Carices;* etwas dünnere, oft mit anderen Arten untermischte Bestände bilden die Rohrkolben, *Typha latifolium* und *angustifolium.* Bestimmte Zonen dieser Bestände sind durch Einsprenglinge bezeichnender anderer Arten unterscheidbar, unter welchen z. B. der Igelkolben, *Sparganium;* der Weiderich, *Lythrum Salicaria;* der Wasserschierling, *Cicuta virosa;* das Pfeilkraut, *Sagittaria sagittaefolia;* die Minze, *Mentha* (in mehreren Species); der große Hahnenfuß, *Ranunculus Lingua;* der Froschlöffel, *Alisma Plantago* und die Blumenbinse, *Butomus umbellatus* genannt seien.

Vom Röhricht nach der offenen Wasserfläche fahrend, durchquert das Boot meist mehrere Gürtel von Pflanzenformationen. Zunächst kommen gewöhnlich untergetauchte Pflanzen mit Schwimmblättern, wie die weiße und gelbe Wasserrose, *Nymphaea* und *Nuphar;* der Wasserknöterich, *Polygonum amphibium;* die Wasserscheere, *Stratiotes aloides;* verschiedene Arten des Laichkrautes, *Potamogeton*, oder die an der Oberfläche schwimmenden Arten der Wasserlinsen, *Lemna minor* u. A.

Dann folgen die ganz oder größtenteils untergetauchten Bestände, welche oft geschlossene, unterseeische Krautwälder von mehreren Metern Höhe bilden. So *Potamogeton*-Arten, ferner das

Hornblatt, *Ceratophyllum*; das Tausenblatt, *Myriophyllum*; die Wasserpest, *Elodea canadensis;* die untergetauchte Wasserlinse, *Lemna trisulca* (welche stellenweise dezimeter-dicke Schichten am Grunde bildet); der Wasserschlauch, *Utricularia*, und in den kalkreichen Seen die stets untergetaucht bleibenden Characeen-Wiesen. In noch größeren Tiefen folgen bisweilen andere »Grundalgen«; bei noch beträchtlicherer Tiefe verschwindet das Leben größerer Pflanzen völlig und den Boden des eines freien Sauerstoffs ermangelnden Tiefenwassers bedeckt ein von kleineren Tieren durchwühlter, von Spaltpilzen durchzogener Faulschlamm (werdendes Sapropel).

Auf der Karte dürften a und b zu unterscheiden, und in b noch

α) die Gefäßpflanzenformation,

β) die Characeenformation zu trennen sein.

In den Erläuterungen aber wird es lehrreich und meist leicht ausführbar sein, die Reihenfolge der Pflanzengesellschafts-Gürtel, aus welcher jede dieser Formationen, insbesondere a und b*α* zusammengesetzt sind, zu beschreiben. Wechseln auch die Breiten dieser Gürtel oft rasch, so daß einzelne derselben stellenweise fehlen, während sie anderwärts, sich schnell verbreiternd, linsen- oder stockförmig die benachbarten Pflanzengürtel durchsetzen (wie dies besonders auffällig die Binsen gegenüber dem Phragmites tun, eine der näheren ursächlichen Untersuchung würdige Erscheinung), so bleibt doch die Gesamtfolge der Pflanzengürtel innerhalb eines Sees constant.

Durchaus analog dem Aufbau geologischer Schichtensysteme ist diese Reihenfolge von Pflanzengesellschaften, deren jede beim allmählichen Zuwachsen des Sees bestrebt ist, den nächst inneren Gürtel zu überwältigen, während sie selbst von dem nächst äußeren Gürtel überwältigt wird. In gleicher Weise lassen sich in den verlandeten, ehemals zum See gehörigen Ländereien bestimmte Pflanzengesellschaften unterscheiden, welche das jetzige Seeufer nach Außen hin umsäumen, und z. B. einen *Thelypteris*-Gürtel, einen *Prunella minor*-Gürtel, *Polygonum Bistorta*-Gürtel, *Scutellaria*- und *Euphrasia*-Gürtel u. s. w. zu erkennen gestatten. Auch diese Gürtel

überwältigen einander centripetal. Geologisch erscheinen sie demnach als das lebende Ausgehende einer flachen antiklinal-schüsselförmigen (durchbrochen-schildförmigen) Schichtenfolge.

Bei der Ueberwältigung werden manche Pflanzenarten schnell erstickt; andere widerstandsfähigere bleiben noch lange erhalten und können als lebendes Relikt den sie verschüttenden, fußhohen Pflanzengürtel in hoch aufschießenden Halmen wie Fremdlinge durchsetzen, was z. B. beim Schilf, *Phragmites*, vielorts beobachtet werden kann.

Die Tiefen, bis zu welchen die einzelnen Gürtel der Wasserpflanzen gehen, wachsen im Allgemeinen mit der Größe der Seen. Einschlägige Messungen hierüber sind in größerer Anzahl erwünscht und bei der Seenforschung leicht zu beschaffen.

Soweit die Pflanzen in die Luft ragen oder Schwimmblätter tragen, ist ihre Verbreitung leicht zu kartieren. Von Aussichtspunkten und sonst geeigneten Fixpunkten legt man ihre Verbreitung durch Photographie, oder durch Handskizze im Taschenbuch, oder Farbstift-Eintragungen in der vor Verwechselungen mit Landformationen schützenden Bohrkarte fest und bestimmt die Breite der Gürtel durch die Zahl der Bootslängen, oder durch eine Meßleine, oder durch Visieren, oder durch die Zahl der Ruderschläge. Letzteres geschieht auch betreffs sämtlicher völlig untergetauchten Bestände. Das Vorhandensein solcher erkennt man in ganz flachem Wasser mit dem Auge vom Boote aus, bei größerer Wassertiefe dadurch, daß das Lot einzelne Stückchen oder auch ganze lange Schwaden derselben heraufbringt. Soweit beim Loten die Grenze der untergetauchten Pflanzenbestände nicht hinreichend sicher erkannt worden ist, erfolgt nachträglich eine Absuchung mit dem Wurfhaken bis zu 4—7 m Wassertiefe (je nach Bedarf).

Im Taschenbuch verzeichnet man jede gefundene bestandbildende Pflanzenart mit einem zunächst für den kartierenden Geologen verständlichen Namen. Sofern dieser nicht sofort mit botanischer Sicherheit gegeben werden kann, nimmt man Proben der betreffenden Pflanzenart mit, um sie im Quartier entweder selbst botanisch zu bestimmen, oder, zwischen Papier getrocknet, später einem Kenner der Pflanzenarten zur Bestimmung vorzulegen.

Der Wurfhaken wird an eine kräftige Leine gebunden, welche nicht in Meter geteilt zu sein braucht. Ebenso darf er an Draht befestigt sein. Er wird entweder, nachdem er lotartig den Untergrund erreicht hat, mit langschleppender Leine vom Boote aus mitgezogen oder geworfen und dann eingeholt. Letzteres ist auch an bootslosen Seen vom Ufer aus möglich, um die Pflanzengesellschaften der Uferregion zu erforschen. Wird er vom Boote aus nachgeschleppt, so muß die Leine fortwährend durch die fühlende Hand geführt werden, um beim Festhaken eines größeren Widerstandes sofort die Leine nachzulassen, dann das Boot rückwärts zu stoßen, bis bei steilerer Lage der Leine der Haken aufgezogen werden kann. Statt des Wurfhackens kann auch ein »Schlepphaken« benutzt werden.

Gestatten es Neigung, Zeit und Umstände, so mag man noch die kleinere Lebewelt sammeln, welche in oft ungeheurer Anzahl das herausgeförderte Kraut durchwimmelt. Schnecken, Muscheln und sonstige größere Tiere liest man heraus; dann drückt man mit der Hand das ganze Pflanzenwirrwarr fest und sammelt die ausfließende bräunliche Flüssigkeit in einer Schaale oder einem Eimer, aus welchem später die Tiere bezw. die Flüssigkeit selbst und deren Absatz in weithalsige Flaschen gebracht werden. Von der Flüssigkeit ist nur ein verhältnismäßig kleiner Teil aufzubewahren; aus dem Reste können, falls ein Haarsieb vorhanden, in der Regel noch zahlreiche kleine Tierchen abgesiebt und alsdann zu den bereits ausgelesenen Tieren gebracht werden. Das Gesammelte wird mit Formalin getötet oder lebend nach dem Quartier genommen und dort entweder alsbald lebend untersucht, oder, falls dies nicht erschöpfend möglich ist, in geeigneter Weise konserviert und einem Spezialisten zur Bestimmung übergeben. Das Konservieren geschieht durch Zusatz von 95 prozentigem Alkohol und Formalin. Von letzterem, in jeder Apotheke käuflichen Stoffe genügt der Zusatz kleiner Mengen, um Wassertiere sehr schnell zu töten. Für den Geologen besonders wichtig sind die Diatomeen und die Schaltiere (Mollusken). Insbesondere letztere sind möglichst reichlich zu sammeln, und auf den Fundzetteln ist bei ihnen neben den sonstigen Angaben über Ort und Zeit auch besonders die Wasser-

tiefe, sowie eine Angabe zu bemerken, ob dieselben in lebendem oder in abgestorbenem Zustande dort gefunden worden sind? Derartige Untersuchungen von Mollusken werden den Geologen mit der Zeit in den Stand setzen, die Bildungsverhältnisse derjenigen diluvialen und alluvialen Süßwasserabsätze zu erkennen, welche Schalreste führen.

Für die Bestimmung der *Potamogeton*-Arten sind Stücke erforderlich, welche sowohl Schwimmblätter als untergetauchte Blätter tragen.

Das oft horstweise Auftreten dieser und einiger anderen Arten macht es wünschenswert, außer den oben genannten geschlossenen Pflanzenbeständen auch noch die in zahlreiche Horste aufgelösten Pflanzenbestände durch ein geeignetes Flächenzeichen der gleichen Farbe darzustellen.

3. Die Beschaffenheit des Untergrundes.

In der geologischen Karte ist die Beschaffenheit des Seeuntergrundes dort anzugeben, wo sie hat ermittelt werden können. Wir betrachten kurz

a) die Geräte zur Untergrundsuntersuchung,
b) die Hauptarten des Untergrundes,
c) die Konservirung und Verpackung der entnommenen Untergrundsproben behufs späterer mikroskopischer oder chemischer Untersuchung.

3a. Geräte. 3aα. Der gewöhnliche Feldbohrer von 2 m Länge ist selbstredend nur in flachem Wasser verwendbar. Auch dort versagt er in vielen, wohl den meisten Fällen, weil der vom Löffel gefaßte lockere Untergrund beim Aufziehen durch das über dem Bohrloche stehende Seewasser herausgespült wird. Indessen gelingt es doch, Ton und Geschiebemergel zu fassen, wenn derselbe unter dem lockeren Sande oder Schlamme der Uferbank ansteht. Ein Schutz des Bohrlöffels gegen Ausspülung kann in Gestalt einer lose auf den Bohrer geschobenen Schutzhülle versucht werden, welche beim Aufziehen des Bohrers bis über den Bohrlöffel herabfällt und durch den Druck des Wassers dort fest-

gehalten wird, sobald der Bohrlöffel aus dem festen Untergrunde des Seewassers heraufgezogen wird.

3aβ. Der Tellerbohrer wird in manchen Fällen Proben bringen, wo der gewöhnliche Feldbohrer versagt. Auch kann er durch Verlängerung des Bohrgestänges bis zur doppelten oder selbst dreifachen Tiefe den Untergrund erschließen. Doch wird man ihn, um die Seeaufnahme nicht über Gebühr aufzuhalten, nur dort anwenden, wo er behufs Mooruntersuchung oder zu anderen Zwecken ohnehin in der Nähe ist, oder wo seine Anwendung besonders wichtige Aufschlüsse verspricht.

3aγ. Noch tiefere Bohrungen können durch Aufstellung eines Bohrgerüstes auf Flössen oder auf der Eisdecke mit Zuhülfenahme einer vollständigen Verrohrung erzielt werden. Solche durch Bohrmeister auszuführende Bohrungen würden bei der Anstalt nur in ganz seltenen Ausnahmefällen zu beantragen sein, nämlich wenn es sich um Gewinnung wirtschaftlich wichtiger Aufschlüsse oder um Aufklärung über Fragen von allgemeinster wissenschaftlicher Bedeutung handelt.

Bisweilen werden aber solche Bohrungen gelegentlich der Vorarbeiten zu Wasserbauten ausgeführt. Dann ist es selbstredend wichtig, die Bohrregister und womöglich auch die Bohrproben einzusehen und letztere mikroskopisch oder auch chemisch auf Gesteinsbeschaffenheit und organische Reste zu prüfen.

3aδ. Das Ventillot ist ein kurzer, dickwandiger Ventilbohrer, der mittelst Seilbohrung bewegt wird. Die Bewegung und Füllung desselben geschieht durch mehrmaliges Anheben und Fallenlassen der freihändig oder durch Umdrehung der Kurbel mit der Hand geführten Lotleine bezw. des Lotedrahtes.

Im Gegensatz zum gewöhnlichen Ventilbohrer trifft das Ventillot bei diesem wiederholten Fallen nicht wieder in das vorher geschaffene Loch, sondern zumeist daneben. Deshalb giebt sein Inhalt nicht eine Reihenfolge übereinanderlagernder Schichten, sondern eine Mischung von Material der obersten Bodenschicht. Der Widerstand des Untergrundes schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Auf hartem Grunde dringt das Ventillot nur

wenige Millimeter, auf dem weichsten Grunde gelegentlich mehrere Meter ein, ebenso das Volllot. Das beeinflußt stark die Güte der Tiefenmessungen. Auf hartem Grunde ist der Augenblick, wenn das Lot den Untergrund trifft oder verläßt, scharf und leicht in der Hand zu fühlen. Im weichsten Grunde versinkt das Lot fast unmerklich. Doch wird selbst der lockerste Seenabsatz, nämlich der Faulschlamm, welcher, frisch aufgerührt, mit dem schlammfreien Wasser fast ohne merkliche Grenze verfließt, in dem jahrelang ruhigen Wasser der größeren Seetiefen meist soweit verdichtet, daß man beim Aufholen des Lotes die Grenze noch leidlich fühlen kann. Wo das nicht der Fall ist, kann man die Obergrenze der lockeren Schlammschicht auf folgende Weise bestimmen:

Nach Aufholen des Lotes markiert man durch Festhalten des Fingers oder auf mechanische Weise an der Leine einen Punkt, welcher einer um eine bestimmte Anzahl Dezimeter *geringeren* Wassertiefe entsprechen würde und läßt dann das vorher gereinigte Ventillot *schnell* in das Wasser gleiten, bis zu der durch die Marke bezeichneten Tiefe. Bringt dann beim Aufholen das Ventillot wieder Schlamm herauf, so muß dessen obere Grenze noch höher liegen. Dann wird dasselbe Verfahren mit immer kürzer gehaltener Leine wiederholt, bis das Ventillot keine Spur von Schlamm mehr mitbringt. Dann ist die obere Grenze der lockeren Schlammschicht und somit die wahre Tiefe des Wassers gemessen. Bei Anwendung dieser Vorsichtsmaßregel, welche selbstredend möglichste Ruhelage des Bootes erfordert, fallen die *gemessenen* Seetiefen etwas kleiner aus als bei unvorsichtiger, nicht wiederholter Lotung auf weichem Grunde.

3aε. Der *Grundschöpfer* oder Schöpfbecher ist ein tiefer eiserner Becher, dessen scharfer Rand durch eine Kette mit einer eisernen Kugel verbunden ist, deren Öhr an einer hinreichend langen, zugkräftigen Leine oder Stahllitze (dünnem Stahltau) hängt. Bei *fahrendem* Boote wird mittels nahe dem Seeboden schleppender Leine die Kugel auf dem Seegrunde fortgezogen, wobei der durch die Kugel am Rande niedergezogene Becher den Grund

aufpflügt und sich mit ihm füllt. Nach kurzer Fahrt wird die Leine aufgezogen, wobei der Becher sich senkrecht stellt, sodaß er den Schlamm bis zur Oberfläche hebt. Kleine Durchbohrungen des Bechers bewirken ein Abfließen des überflüssigen Wassers; ein anderer Teil des letzteren wird nach kurzem Absetzen des Schlammes vorsichtig abgegossen, worauf der Becher in einen bereitstehenden Eimer oder eine Schale entleert, ausgespült wird und dann zu neuem Gebrauche bereit ist.

Man kann auch vom ruhenden Boote aus, von Brücken und Landungsstegen, oder vom Ufer her den Grundschöpfer in das Wasser werfen und dann heranziehen. Doch ist hierbei Vorsicht wegen des am Ufer zu fürchtenden untergetauchten Krautes geboten. Deshalb geschieht das Hineinwerfen von Uferpunkten her besser durch staffelförmiges Vordringen, nachdem zuvor durch gleich staffelförmiges Vordringen des Wurfhakens (siehe Abschnitt 2) die in Wurfweite vorhandenen Pflanzengürtel nach und nach ermittelt sind.

Je nach der Bodenart bringt entweder der Grundschöpfer oder das Ventillot reichlichere Proben. Versagt eins dieser beiden Geräte, so ist das andere zu versuchen. Das Ventillot zeigt den Boden eines ganz bestimmten Punktes und bietet somit für den einzelnen Punkt die größere Genauigkeit. Dagegen hat der Grundschöpfer den Vorzug, in der Regel (wenn auch nicht immer) größere Mengen des Schlamms zu liefern, und zugleich beliebig ausgedehnte Strecken nach Muscheln und sonstigem Getier abzusuchen, was für die in die Erläuterungen aufnehmbaren Beobachtungen über horizontale und vertikale Verbreitung und Art des organischen Lebens und die durch dasselbe angezeigten oder erläuterten physikalischen, chemischen und geologischen Verhältnisse der Seetiefen von Bedeutung sein kann.

3aζ. Das Vollot bringt, besonders in seinem breiten, niedrigen, am Mantel mit einer Horizontalrinne versehenen Modell vom weichen Boden sehr oft soviel heraus, daß danach, gleichzeitig mit der Tiefenzahl, die Benennung des Untergrundes in das Taschenbuch eingeschrieben werden kann, da harter Grund (Sand, Kies, Stein) als solcher leicht gefühlt wird.

Durch Beschmieren der Grundfläche mit Talg kann man zwar bewirken, daß das Loot fast immer Spuren des Untergrundes heraufbringt. Doch mag der Talg dort wegbleiben, wo man auch ohne ihn genügende Ergebnisse erlangen kann.

3b. Hauptarten des Untergrundes. In dichten Pflanzenbeständen kann der Untergrund höchstens punktförmig bestimmt werden. Wo das möglich ist, wird seine Beschaffenheit in den Erläuterungen vermerkt; im allgemeinen genügt es, die Pflanzenformation nach Anleitung des Abschnittes 2 anzugeben und auf der Karte die wenigen dort bezeichneten Haupttypen flächenhaft darzustellen. In pflanzenfreien und pflanzenarmen Teilen der offenen Seefläche kann der Untergrund bestehen (abgesehen von seltener auftretenden Typen):

α) aus Blöcken, Kies, Sand, Ton, Tonmergel oder aus durch Abrasion freigelegten älteren Gesteinen,

β) aus Torf oder Pflanzenhäcksel,

γ) aus Faulschlamm (Sapropel) oder entsprechenden Mischgesteinen (Sapropelit).

Unter letzteren können in der Karte unterschieden werden: kalkreiche (= Wiesenkalk, Seekreide), kalkhaltige, kalkfreie, und in den Erläuterungen können noch Angaben gemacht werden über Art und Menge der organischen Formbestandteile (Diatomeen und andere Algen, Gewebefetzen, Pollen, Krustaceen, Würmer u. s. f.), sowie über besondere, etwa bemerkte mineralische Stoffe. Unter letzteren ist das Eisen beachtenswert, welches, wo es vorkommt, zumeist aus Grundwasserzuflüssen stammt. Bemerkt man beim Prüfen der Sapropelitprobe mit Salzsäure einen Schwefelwasserstoffgeruch, so sind Sulfide, also vornehmlich Schwefeleisen zu vermuten. Bestätigung für die Anwesenheit der Sulfide erhält man, wenn ein befeuchtetes Bleipapier in dem riechenden Gase gebräunt wird.

Schwefeleisen ist in den Tiefen der Seen sehr verbreitet; auch ist die Anwesenheit von Sulfiden biologisch von hoher Bedeutung, da diese den freien Sauerstoff absorbiren.

Schwefeleisenreicher Schlamm ist dunkel gefärbt. Sein Nachweis muß sofort möglichst noch im Boote erfolgen, weil solcher

Schlamm an der Luft sich sehr schnell oxydiert. In der getrockneten Probe erscheinen dann Klümpchen von Eisenocker, deren Entstehung kaum im Faulschlamm der Seetiefe zu suchen sein dürfte.

Daß auch Schwefelmangan gelegentlich im Sapropelit vorkommt, ist wahrscheinlich, jedoch meines Wissens noch nicht nachgewiesen.

Daß neben Schwefeleisen auch Phosphoreisen vorkommt, darf nicht bezweifelt werden.

3c. Verpackung und Konservierung der Grundproben. Die kleinen, vom Volllote heraufgebrachten Proben werden nach Besichtigung, Befühlung mit dem Finger und Prüfung mit Salzsäure im Taschenbuche kurz charakterisiert und dann weggeworfen. Die größeren Proben werden, wenn sie hinreichend zusammenhängend sind, in weithalsigen Flaschen (Unzengläsern) oder in Leinenbeuteln nach dem Quartier geschafft. Lockerer Schlamm, insbesondere Sapropel, wird sofort im Boote in Eimer geschüttet, wo er während der ruhigen Bootsfahrt Zeit findet, sich abzusetzen. Darauf gießt man das klare Wasser recht vorsichtig ab und füllt den schlammigen Rest mit Hülfe eines Trichters auf Flaschen. Als solche dienen überall erhältliche Weinflaschen, welche man vor Beginn der Fahrt gründlich reinigt, sodann mit dem Wasser des Sees wiederholt ausschüttelt und dann auslaufen läßt, worauf sie verwendet werden können. Die nicht verpackten Reste der Schlammproben werden mit Hülfe eines Siebes auf Muscheln und sonstige erkennbare Tiere untersucht und letztere in der bei 2) beschriebenen Weise behandelt.

Im Quartier werden die Proben je nach der Art der beabsichtigten späteren Untersuchung teils getrocknet, teils in verkorkten Flaschen unter Wasser oder Alkohol verwahrt.

Sapropel ist oft so locker, daß es selbst nach tagelangem Stehen in Flaschen nur unvollkommen sich vom Wasser scheidet und, in offenen Schüsseln ausgebreitet, nach mehreren Wochen nicht völlig trocken wird. Für solche Fälle füllen wir im Boote mehrere (etwa 3—4) Flaschen mit Schlamm derselben Tiefenprobe, gießen

nach je 12 oder 24 Stunden das klare Wasser ab und vereinigen die schlammigen Reste in einer geringeren Zahl von Flaschen, die nach 12 oder 24 Stunden ebenso behandelt werden. Von der auf solche Weise etwas verdichteten Probe des schwebenden Schlammes wurde ein Teil unter Wasser, ein anderer Teil unter Alkohol in fest verkorkten Flaschen oder Unzengläsern verwahrt. Der Rest wird mit 95prozentigem Alkohol geschüttelt, worauf er sich viel schneller als unter Wasser absetzt; dann wird das Klare abgegossen und darauf, falls erforderlich, dies Verfahren wiederholt, bis der Schlamm hinreichend dicht wird. Dann wird er in einer Schüssel ausgebreitet, wo er nun sehr schnell trocknet. Da hierbei kleine chemische Änderungen eintreten können, sind zur Kontrolle die erwähnten beiden nassen Proben in Flaschen zu verpacken.

Bei der Bezettelung der Proben ist außer Ort, Tiefe und Zeit auch die stattgehabte Behandlungsart zu vermerken.

Die Proben können dann später im Winter durch den Geologen genauer untersucht, oder Chemikern, Zoologen und Botanikern zur eingehenden Analyse übergeben werden.

4. Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers.

Beide können schnell und leicht bestimmt werden, wodurch man Zahlenwerte gewinnt, die zum Vergleiche verschiedener Seen mitbenutzt werden können. Beide werden durch Jahreszeit und Wetter beeinflußt, weshalb bei Angaben darüber, insbesondere über die Durchsichtigkeit, Tag und Stunde der Beobachtung, sowie womöglich noch kurze Nachrichten über das herrschende und zunächst vorangegangene Wetter (Sonnenschein, starker Regen, Sturm) hinzugefügt werden mögen. Beide hängen ab

a) von der Durchsichtigkeit und Farbe des Seewassers selbst, welche innerhalb jedes Sees ziemlich unverändert bleiben;

b) von der Menge und Art der freischwebenden feinsten Teilchen, welche teils eingeschwemmt, teils lebendes oder totes tierisches und pflanzliches Plankton sind. Da letzteres die mittelbare oder unmittelbare Nahrung aller tierischen Bewohner des offenen Sees, auch der nutzbaren Fische ist

und aus ihm das die größeren Tiefen des Sees erfüllende Sapropel hervorgeht, haben Art und Menge desselben eine hohe wirtschaftliche, biologische und geologische Bedeutung. Seine Art oder vielmehr Arten zu bestimmen und nach der HENSEN'schen Zählmethode für sämtliche preußischen Seen auszuwerten, würde über die Aufgaben einer allgemeinen Landesuntersuchung weit hinausgehen, zumal es nach Jahreszeiten wechselt. Wo seitens der Zoologen und Botaniker bereits Planktonforschungen vorliegen, werden deren Hauptergebnisse in den geologischen Erläuterungen zu berücksichtigen sein.

Immerhin gibt die überall schnell bestimmbare Durchsichtigkeit einen ungefähren Anhalt für die Beurteilung der Plankton-Mengen, wenngleich diese Schätzung getrübt wird durch die Beimengung angeschwemmter Sedimente und feiner Humusflocken sowie kolloidal gelöster Humusstoffe. Die Durchsichtigkeit ist im Winter viel größer als im Sommer, wechselt nach den Jahreszeiten und wird deshalb, falls der Geologe etwa ohnehin wiederholt den See befährt, möglichst bei jeder Fahrt 1 oder 2 mal gemessen, was nur wenige Minuten beansprucht.

Zur Bestimmung dient das »Scheibensystem« wie solches durch XAVIER DE MAISTRE 1832 angegeben und durch LORENZ RITTER V. LIBURNAU, Pater SECCHI, KRÜMMEL, FOREL, ULE u. A. weiter entwickelt worden ist. Eine weißlackierte, von einigen Löchern durchbrochene, kreisrunde Blechscheibe wird in möglichst wagerechter Lage an einer dünnen Leine möglichst senkrecht in den See gelassen. Die Löcher haben den Zweck, den Widerstand des Wassers beim Aufholen zu verringern; zugleich erleichtern sie die Erkennung der Scheiben in den letzten Augenblicken ihres Verschwindens. Die Sichtbarkeitsgrenze wird durch mehrmaliges geringes Auf- und Abbewegen der Scheibe möglichst scharf ermittelt und sodann an der Leine gemessen. Für das Meer sind Scheiben bis zu 2,37 m Durchmesser angewandt worden. Für Binnenseen werden Scheiben von 40 bis 100 cm Durchmesser von manchen Seeforschern empfohlen. Selbstredend ergeben große Scheiben etwas weitere Sichtbarkeitsgrenzen

als kleine. So fand Secchi im Mittelmeer mit seiner Scheibe von 2,37 m Durchmesser eine Sichttiefe von 35,5 m, während eine kleinere Scheibe von 0,43 m Durchmesser daselbst nur 29,5 m ergab. Bei den geringen, im Sommer meist 1—3 m betragenden Sichttiefen norddeutscher Seen bewirkt indeß rechnungs- wie erfahrungsgemäß die Größe der Scheibe nur kaum merkliche Unterschiede der Sichttiefe. Deshalb werden für die norddeutschen Seenmessungen kleine Scheiben von etwa 0,25 m Durchmesser empfohlen. Diese genügen für die gewöhnlichen Fälle vollkommen, haben aber den Vorzug, daß sie auf Fußwanderungen mitgeführt und im Wasser leicht aufgezogen werden können. Die für besondere Fälle vorhandene Scheibe von etwa 0,40 m Durchmesser ist zu schwer, um neben dem sonstigen Gerät auf Fußwanderungen mitgeführt zu werden, auch bietet sie beim Aufziehen im Wasser größeren Widerstand. Auf den größten norddeutschen Seen kann gelegentlich der Gebrauch der größeren Scheibe Vorteile bieten. Dann sind Vergleiche der Sichttiefe beider Scheiben am Platze. Die kleine Scheibe ist beim Gebrauche schwach zu belasten, z. B. durch ein Lot oder durch den Wurfhaken.

Um die störenden Lichtreflexe der Seeoberfläche abzublenden, kann man die sinkende Scheibe durch ein in das Wasser getauchtes, innen geschwärztes, nach Art eines Sprachrohres sich vorn erweiterndes Beobachtungsrohr aus Blech mit dem Auge verfolgen. Ein solches Rohr ist im Inventar der Anstalt vorhanden, indessen für gewöhnliche Fälle entbehrlich.

Die Farbe des Sees wird durch einfachen Vergleich des Wassers mit den nummerierten Misch-Lösungen der Forel-Ule-schen Farbenskala bestimmt. Für norddeutsche Seen genügt die Ule'sche Hälfte dieser Skala, welche leicht in der Rocktasche mitgeführt werden kann und in mehreren Exemplaren beschafft ist. Sie zeichnet sich gegenüber der ursprünglichen Forel'schen Skala durch die Hinzufügung eines bräunlichen Farbentones aus, welcher den Seen des norddeutschen Flachlandes (wohl infolge Humus- oder Ferrihydrat-Beimischung) meist eigen ist. In großen und zugleich tiefen Seen des Flachlandes sowie in kleineren Seen des Berglandes kann der Farbenton auch in die Forel'sche Hälfte

der Skala fallen, welche für das Inventar nur in geringer Anzahl beschafft worden ist. Die Bestimmung der Farbe muß an Stellen großer Wassertiefe erfolgen, weil sonst der Untergrund durchleuchtet. Auch ist es vorteilhaft, während der Vergleichung das Auge durch einen Schirm oder durch das oben erwähnte Blechrohr vor blendenden Reflexen zu schützen. Die von Physikern empfohlene genauere Bestimmung der Farbe durch Spektroskop ist für unsere Zwecke entbehrlich.

5. Die Ufergesteine

müssen selbstredend bei der Seenuntersuchung in der bisher üblichen Weise kartiert werden. Darüber hinaus verdienen bei Seenaufnahmen insbesondere die jüngsten Verlandungen eingehendere Untersuchung. Letztere erfolgt

a) durch Abbohrung mehrerer, senkrecht zur Uferlinie vom Wasserrande in das verlandete Gebiet gestreckter Profillinien, welche entweder

α) für gewöhnlich mit dem üblichen Feldbohrer,

β) in geeigneten wichtigeren Fällen mit dem für Moorauf-nahmen eingeführten größeren Bohrer abgebohrt werden können. Die so erbohrten Schichtenfolgen ergeben Aufschlüsse über den allgemeinen geologischen Gang der Verlandung und, wenn sie ehemaligen Seeboden treffen, Andeutungen über den jetzigen Untergrund der zunächst angrenzenden Teile des noch offenen Sees.

b) In der Untersuchung dieser Profillinien mag auch eine auf wenige Artennamen zu stützende Charakteristik der bei der Verlandung sich gegenseitig überwältigenden, in schmalen Gürteln sichtbaren, heute lebenden Pflanzengesellschaften (»Pflanzenformationen«) gegeben werden (vergl. Abschnitt 2).

Neben den durch ihre Tiefenlage als solche leicht kenntlichen Verlandungen verdienen aufmerksame Berücksichtigung auch die etwas höher aufragenden Riegel, welche viele Seen von benachbarten Seen, Mooren oder Tälern trennen. Neben den allgemein bekannten Möglichkeiten, daß diese Riegel aus Erosions- oder

Evorsionsresten älterer Gesteine, aus Moränen, Åsar, Drumlins, Dünen, Bergstürzen und Erdrutschen oder aus Schuttkegeln einmündender Gewässer und Wildbäche bestehen können, ist auch die Möglichkeit ihrer Entstehung als »Seebrücken« durch Selbstabschnürung des Sees bei einst höherem Wasserstande zu berücksichtigen. Die Bedeckung mit Blöcken schließt solche Entstehung nicht aus.

Ferner verdient Beachtung die auf Eisschub und andere meteorologische Ursachen, Wellenschlag, Beschattung und Besonnung, Regen- und Schneefall, Austrocknung und Bestäubung durch Wind u. s. w., zurückzuführende Asymmetrie der Uferbildungen, welche an den meisten Seen erkannt wird, und sich am auffälligsten in der Verbreitung des Röhrichts zeigt.

Ebenso verdienen erhöhte Beachtung die vom Ufer in die Seefläche vordringenden Querhaken. Deren Wachstum steht in Beziehung zu den Driftströmungen des Wassers und damit zu der geologischen Geschichte der fortschreitenden Ausfüllung und Gliederung des Seebeckens, wie zur Verteilung der Wärme und der im Wasser gelösten Mengen und Arten der Salze und Gase, welche wieder von entscheidendem Einflusse auf Art und Menge des organischen Lebens, somit von biologischer und wirtschaftlicher Bedeutung sind. Es ist empfehlenswert, die Lage der Haken am Ufer auf der Karte zu markieren und deren Richtung und Gestalt durch Photographie, Handzeichnung oder Worte darzustellen.

6. Die auf die

Entstehung, Abschließung und bisherige teilweise Ausfüllung des Seebeckens erkennbaren Tatsachen

müssen selbstredend bei jeder Seenforschung nach den bekannten und bewährten geologischen Methoden ermittelt werden. Andere, z. B. tiergeographische Schlüsse (wie etwa auf Reliktenfaunen und dergl.) sind nur in soweit zulässig, als sie geologisch feststehenden Tatsachen nicht widersprechen. Andrerseits sind feststehende pflanzen- und tiergeographische Tatsachen, z. B. über Einwandern oder Verschwinden von Formen (*Dreissensia*, *Elodea*, *Trapa* u. s. w.) auch geologisch von Bedeutung. Für die Geschichte des Sees,

welche zumeist in Zeiten erheblich höherer Wasserstände zurückreicht, ist die Verfolgung und Unterscheidung der höheren Terrassen nach ihren drei Haupttypen (fortlaufendes Ufer eines geschlossenen Sees, eines einst vom Eise geschlossen gewesenen Stausees oder eines fließenden Gewässers) entscheidend. Für die Bestimmung des Alters einer Terrasse kann neben deren Höhenlage und Beziehung zu benachbarten Gesteinen auch das Vorkommen oder Fehlen von Humus und Kalk Aufschlüsse geben.

Der allgemeine Gang der Seenuntersuchung wäre also folgender:

A) Nachfrage im Archiv, ob unter »Geologischen Nachrichten« oder im »Seen-Archiv« Beobachtungsmaterial liegt?

B) Desgleichen in der Literatur.

C) Desgleichen im Felde bei den Interessenten und Umwohnern des Sees, mit scharf kritischer Sonderung der Angaben.

D) Geologische Kartierung der Umgebung des Sees, mit gleichzeitiger Berücksichtigung derjenigen unter 1—6 aufgezählten Punkte, welche vom Lande her erledigt werden können, sowie mit Auswahl der geeignetsten Profillinien.

E) Ablotung (ohne Aufenthalt durch Nebenarbeiten) der Profile von der Bootstelle aus im Zickzack bis zum Ende des Sees oder bis zu der für die Tagesleistung geeigneten Stelle.

F) An den Endpunkten jeder Profillinie kurze Ruhepausen zur Ergänzung der Niederschriften, Erledigung derjenigen unter 1—6 aufgezählten Punkte, welche vom Boote aus an dieser Stelle verfolgt werden können, und kurze, verschieden gerichtete Vorstöße zur Klärung der dortigen Uferregion nach Tiefe, Untergrund und Pflanzenbestand.

G) Am Ende des Sees Ergänzung der Niederschriften; Nachdenken über die etwaigen Lücken oder Unsicherheiten der bisherigen Beobachtungen. Während der Rückfahrt zur Bootsstelle Ausfüllung dieser Lücken durch weitläufige

Profillinien, sowie Gebrauch des Wurfhakens als Schlepper, des Grundschöpfers, des Ventillotes, der Scheibe und Farbenskala, Ergänzung und Berichtigung der Darstellung des Röhrichts und eventuell der Grenze der Schwimmpflanzen; Sicherung des Verlaufs des oder der Scharberge.

H) Vorläufige Verpackung der etwa genommenen Proben.

I) Im Quartier Reinigung und Trocknung der Geräte; weitere Verpackung, eventuell Untersuchung der gewonnenen Proben.

K) Genaue Einzeichnung der Profillinien und der Lotpunkte nach Ausgleichung der durch Ruderschläge bestimmten Entfernungen an der Hand der durch die Kontrollbeobachtungen des Winkelprismas aus der Karte mit dem Zirkel zu entnehmenden Maße.

L) An der Hand dieser ausgeglichenen Profillinien Einzeichnung der verbesserten Isobathen und der Hauptpflanzenregionen. Die Profillinien werden auch in der Reinzeichnung wiedergegeben.

M) Erläuternder Bericht über alle beobachteten und sonst sicher festgestellten Verhältnisse des Sees, sowie der Tabellen über Lotungen u. s. w.

N) Verteilung der etwa gesammelten Proben an Chemiker und biologische Spezialisten.

Die auf vorstehenden Seiten gegebenen Vorschläge umfassen nur die einfachsten Untersuchungen, deren Ausführung für jeden See erwünscht sein würde. Weitergehende Forschungen über Plankton, über Chemie und Physik des Wassers, insbesondere über die wichtigen, aber sehr verwickelten thermischen Erscheinungen und viele, viele wissenschaftlich und wirtschaftlich bedeutsame Fragen erfolgt nach später zu gebender Anleitung nur in einzelnen, besonders begründeten Fällen. Nach dem heutigen Stande der Wissenschaft ist für die meisten der hier nicht erörterten Fragen, wegen ihres gegenseitigen Zusammenhanges, die allseitige, gründliche und jahrelange Untersuchung weniger

Seen einer etwaigen flüchtigen Untersuchung sehr zahlreicher Seen vorzuziehen. Für wirtschaftliche Fragen, insbesondere der Fischereipraxis, werden Plankton, Physik und Chemie des Wassers, sowie Bestimmung der mit bloßem Auge sichtbaren Lebewelt als Sonderuntersuchung des betreffenden Sees (nach Analogie der Sonderuntersuchung von Gütern) im Einzelfalle nicht zu entbehren sein.

Temperatur-Beobachtungen im Madü-See.

Von Herrn **Felix Jentzsch** in Berlin.

Mit Tafel I.

Ein längerer Aufenthalt in dem Dorfe Belkow (Kr. Greifenhagen), $^1/_2$ Stunde vom Westufer des Madü-Sees in Pommern entfernt, gab mir Gelegenheit, thermische Profile in diesem See aufzunehmen. Die Kgl. Geologische Landesanstalt und Bergakademie in Berlin hatte mir dazu freundlichst ein Maximum- und Minimum-Thermometer, System Six, von Wilh. Niels in Berlin, sowie Lot und Leine und einen Winkelspiegel geliehen, wofür ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigen Dank aussprechen möchte.

Die Messungen, die sich vom 20. Juni bis 8. August 1905 erstreckten, wurden an einer leicht fixierbaren Stelle ausgeführt, die von Seelow, dem nächsten Fischerdorfe, aus bequem erreicht werden konnte. Der dortige Kgl. Fischereimeister Herr Büttner hatte mir sein Boot dazu freundlichst zur Verfügung gestellt. Der Beobachtungspunkt lag einerseits in der Verbindungslinie der Kirchtürme von Gr. Küssow und Belkow, andererseits in der Verbindungslinie des Kirchturms von Kunow und der südlichen Ecke des Seelower Dorfwäldchens. Die beträchtliche Tiefe von 30 m erlaubte es leider nicht, das Boot an dieser Stelle zu verankern, so daß zwischen den einzelnen Messungen beständig die Richtigkeit des Ortes korrigiert werden mußte. Meist war das nicht schwer zu erreichen, außerdem dürfte der horizontale Temperaturgradient an jener Stelle verschwindend klein sein. Im allgemeinen

war es meine Absicht, alle 2 Wochen ein Profil aufzunehmen, doch zerbrach bei einer Versendung durch die Post das Thermometer, so daß bis zur Beschaffung eines neuen (genau gleichen) $3^1/_2$ Wochen Pause in den Beobachtungen eintraten. Da ich das neue Thermometer mit einem in der Physikalisch-technischen Reichsanstalt geprüften Normalthermometer verglichen habe und auch für das erste Thermometer eine Korrektionstabelle existiert, dürften die Angaben beider Instrumente ohne weiteres nebeneinander zu stellen sein. Um die einzelnen Messungen besser vergleichbar zu machen, wurden sie stets zur gleichen Stunde ausgeführt, nämlich Vormittags von $8^1/_2$ bis $11^1/_2$ Uhr. Zu jeder einzelnen Messung wurden im ganzen, incl. Niederlassen, Auf-

Tiefe in m	Temperatur in ⁰ C.			
	20. VI	3. VII	28. VII	8. VIII
0	18,9	22,8	18,35	18,35
1	18,5	22,4	18,3	18,2
2	17,25	22,2	18,35	18,35
3	—	20,8	18,1	18,2
4	16,3	20,0	17,85	18,35
5	—	—	17,85	18,2
6	15,3	17,1	17,8	18,05
7	14,8	16,7	17,8	17,7
	†	†		
8	13,9	15,0	17,5	17,55
	†	†		
9	12,25	12,9	17,35	18,05
	†	†		
10	10,0	11,8	16,9	17,35
		†	†	†
11	9,65	11,0	12,8	15,8
			†	†
12	—	—	10,8	15,3
			†	†
13	8,5	10,2	9,8	13,1
				†
15	7,85	9,3	8,7	9,8
20	6,5	6,6	8,1	7,4
26	5,8	—	6,2	—
29	5,95	—	6,0	—

† bedeutet die Lage der Sprungschicht.

ziehen und Ablesen, etwa 10—15 Minuten gebraucht, so daß pro Stunde etwa 5 Temperaturen festgestellt werden konnten. Das Thermometer blieb 6—8 Minuten in der zu untersuchenden Tiefe. Diese Zeit ist vollkommen hinreichend, ein Stillstehen der Quecksilbersäule zu erzielen, wie sich aus vergleichenden Messungen von längerer und kürzerer Dauer ergab. Um die Temperaturschichtung nicht zu stören, wurde selbstverständlich zuerst die Oberfläche und dann allmählich fortschreitend die Tiefe gemessen. Die Genauigkeit der Angaben ist, wenn man berücksichtigt, daß sich der kleine Magnet leicht seitlich klemmen kann, auf nicht mehr als ± 0,25^0 C zu schätzen.

Ich erhielt vorstehende Tabelle.

Diese Tabelle und mehr noch ihre graphische Darstellung auf beiliegendem Kurvenblatt zeigt deutlich die Existenz einer Sprungschicht.

Der Temperaturgradient, d. h. die Abnahme der Temperatur pro 1 m Tiefe, betrug:

Temperaturgradient in ^{0} C/m.

m	20. VI	3. VII	28. VII	8. VIII
0—7	0,59	0,87		
7—8	0,9	1,7	0,11	0,10
8—9	1,65	2,1		
9—10	2,25	1,1	0,45	
10—11	0,35	0,8	4,1	
11—12			2,0	1,42
12—13	0,35	0,52	1,0	
13—15			0,55	1,65
15—20			0,38	0,48
20—29	0,06	—	0,09	—

Sprungschichten entstehen durch vertikale Konvektionsströmungen und bezeichnen die Tiefengrenze, bis zu der der Einfluß des täglichen Temperaturganges reicht. Es ist also natür-

lich, daß die Sprungschicht im Laufe des Sommers immer tiefer sinkt und gleichzeitig dabei auch immer schärfer ausgeprägt wird.

Letzteres war besonders deutlich am 28. VII. zu beobachten. An andern Tagen war die Sprungschicht bedeutend weniger scharf nach oben hin ausgebildet. Das hat seinen Grund wohl in den vorhergehenden Witterungsverhältnissen. In den letzten Tagen des Juni und den ersten des Juli herrschte eine außerordentliche Hitze, so daß die obersten 5—6 m des Sees relativ viel mehr erwärmt wurden, als die tiefern Schichten, wo noch der Einfluß der nur allmählich vordringenden Wärme der vorhergehenden Tage überwog. So kommt es, daß die obere Grenze der Sprungschicht am 3. Juli fast gar nicht zu erkennen war.

In der zweiten Hälfte des Juli folgte dann kühles, regnerisches Wetter; auf den Einfluß dieser Regenzeit möchte ich in der Kurve vom 8. VIII. die Einbuchtung schieben, die sich zwischen 6 und 9 m zeigt.

Bei den Kurven vom 20. VI. und 3. VII. scheint mir bei 1—2 m bezw. bei 2—4 m eine zweite Sprungschicht vorhanden. Diese dürfte wohl eine Folge der Sonnenstrahlung dieser Tage selbst sein und sich erst in den Morgenstunden dieser Tage gebildet haben.

Daß diese Erscheinung am 28. VII. und 8. VIII. nicht beobachtet wurde, liegt wohl daran, daß an diesen Tagen der Himmel stark, ca. 50 und 60 pCt., bewölkt war.

Dagegen fand sich eine ähnliche Erscheinung an dem kleinen, nur etwa 16,8 ha großen Krebs-See, 20 Minuten vom Westufer des Madü-Sees zwischen Belkow und Seelow gelegen. Hier fand ich am 4. VII. vorm. 9^h

in	0	1	2	3	4	5	6	m Tiefe
	24,2	22,8	23,45	21,0	18,6	16,1	14,5 °C.	

Auf der Kurventafel sieht man hier eine kleine Einbuchtung bei 1 m Tiefe, die wohl auf den nächtlichen Wärmeverlust geschoben werden kann.

Bei dieser Gelegenheit wurde übrigens festgestellt, daß der

Krebs-See, von dem der Besitzer auf bestimmteste erklärte, er sei genau 20 m tief, nur 6,7 m tief ist.

Es ist bemerkenswert, daß der Krebs-See in seinen oberen Schichten eine bedeutend höhere Temperatur aufwies, als der am Tage zuvor gemessene Madü-See. Hauptsächlich dürfte dies wohl an der geringen Tiefe liegen, die es erlaubt, daß die Oberschichten die direkt von den Sonnenstrahlen aufgenommene Wärme nicht an bedeutend kältere tiefere Schichten abzugeben brauchen. Daher nimmt auch die Oberflächen-Temperatur des Madü-Sees, wie bisher noch an jedem großen See beobachtet wurde, nach der Mitte zu ab. Sehr drastisch wird dies durch einige Temperaturen gezeigt, die ich an einer durch nichts ausgezeichneten Stelle des Ufers am 27. VII. nachmittags 5^h fand. Auf dem Vorland in der eigentlich »littoralen« Region des Sees fand sich Wasser von $18,3^0$ C und am, vielleicht 150 m entfernten, Scharberg an der Oberfläche $16,4^0$ C, in 1 m Tiefe $16,2^0$ C. Zu bemerken ist dabei, daß die Sonne sich den ganzen Tag über fast garnicht gezeigt hatte.

Um die thermische Bilanz eines Sees zu bestimmen, die ja für seine Einwirkung auf das Klima der Umgebung von weittragendster Bedeutung ist, verfährt man nach Forel so, daß man die Mitteltemperaturen von je 10 m starken Schichten addiert. Man hat dann in dieser Zahl die Summe der Kalorieen (1 Kal. = 1000 cal.), die nötig sind, um eine Wassersäule, die vom Grund bis zur Oberfläche des Sees reicht und einen Querschnitt von 1 qcm hat, von 0^0 C auf die gefundenen Temperaturen zu erwärmen. Denn eine Säule von 1 cm^2 Querschnitt und 10 m Länge enthält ja 1 l Wasser. Bildet man für jede Messungsreihe diese Zahl, so gibt die Differenz zweier aufeinander folgenden Werte den Wärmegewinn in der Zwischenzeit an.

Es waren nun die Mitteltemperaturen

	20. VI.	3. VII.	28. VII.	8. VIII.
von 0—10 m	15,53	18,295	17,73	18,05
10—20 m	8,02	9,185	9,5	11,225
20—30 m	6,06	[6,17]	6,37	[6,46]
zusammen	29,61	33,65	33,60	35,735

In der gesamten Beobachtungszeit vom 20. VI. bis zum 8. VIII., also in 49 Tagen, wurden mithin gewonnen:

in der Schicht von	0—10 m	2,52 Kal.	also täglich	51,4 cal.
	10—20 »	3,205 »	» »	65,4 »
	20—30 »	0,40 »	» »	8,2 »
	zusammen	6,125 Kal.,	täglich	125,0 cal.

Durch Multiplikation mit dem Flächeninhalt (in qcm) des Sees findet man augenscheinlich die Erhöhung seines gesamten Wärmegehalts. Doch gilt dies streng nur für die eigentlich »pelagische« Region. Für die »littorale« Region treten, wie schon oben erwähnt, Abweichungen auf.

Bei einem Gesamtflächengehalt von 3600 ha umfaßt der Madü-See nach Herrn Prof. Halbfass (Beiträge zur Kenntnis der pommerschen Seen; Petermanns Ergänzungshefte 1901) mit seiner Isobathenlinie für 10 m rund 68 pCt., nämlich 2450 ha; doch liegen unter dieser Fläche 668 Mill. m^3 Wasser, bei einem Gesamtvolumen von 726 Mill. m^3, d. h. ca. 92 pCt. Wenn wir also nur den Raum innerhalb der 10 m-Linie betrachten, so haben wir, trotzdem es reichlich vorsichtig ist, die littorale Region so weit zu rechnen, doch den ausschlaggebenden Teil der Wassermasse vor uns. Es umfaßt nun

die Isobathe für	10 m	2450 ha
» » »	20 »	1750 »
» » »	30 »	1200 ».

Es sind also nach obiger Tabelle in der Beobachtungszeit an Wärmeenergie zugeführt worden in der Schicht von

0—10 m Tiefe . . . . $2{,}52 \cdot 2450 \cdot 10^8 = 6170 . 10^8$ Kal.

10—20 » » . . . . $3{,}205 \cdot 1750 \cdot 10^8$

$+ 3{,}205 \cdot {}^1/_2 \cdot (2450 - 1750) \cdot 10^8 = 6730 \cdot 10^8$ »

20—30 » » $0{,}40 \cdot 1200 + 0{,}40 \cdot {}^1/_2 \cdot (1750 - 1200) = 590 \cdot 10^8$ »

zus. 1 350 000 Millionen Kal.

Die zweiten Glieder bedeuten die Wärmezunahmen an den Stellen im See, die 10—20 m bezw. 20—30 tief, wo also nicht die ganze Wärmezunahme der Schichten von 10—20 m bezw.

20—30 m anzusetzen ist, sondern bei Annahme einer gleichmäßigen Böschung nur die Hälfte. Die Wassermassen in den Tiefen über 30 m — der See ist bis 42 m tief — kommen für eine allgemeine Wärmebilanz nicht in Betracht, da dort nur eine ganz minimale Erwärmung stattgefunden haben wird, verlaufen doch schon bei 30 m die Temperaturkurven der einzelnen Tage ganz nahe bei einander.

Der gesamte Wärmegewinn von 1 350 000 Mill. Kal.
bedeutet einen solchen von täglich 27 550 » »

Dieser Zuwachs entspricht einer Energie von 135,2 Mill. mkg/sek. Die Sonnenstrahlen haben also soviel geleistet wie eine Tag und Nacht ununterbrochen arbeitende Dampfmaschine von ungefähr 1 800 000 PS in diesen 49 Tagen geleistet haben würde.

Bemerkungen über Seen-Untersuchung.

Von Herrn **Wilhelm Halbfass** in Neuhaldensleben.

Zu dem Entwurfe des Kgl. Landesgeologen Prof. Dr. JENTZSCH[1]) erlaube ich mir, aus meiner 12jährigen Praxis als privater Seenforscher heraus, einige Bemerkungen zu machen, welche vielleicht geeignet sind, die Seenforschungen der Kgl. Preußischen Geologischen Landesanstalt, die ich mit besonderer Freude begrüße, zu fördern. Im großen und ganzen stimme ich der Anleitung des Landesgeologen JENTZSCH völlig zu, ich beanstande sie indeß in folgenden Punkten.

1. S. 2 wird die Auslotung eines Sees im wesentlichen von dem häufig rein zufälligen Umstande abhängig gemacht, ob sich auf demselben ein brauchbares Boot befindet, bezw. leicht herbeigeschafft werden kann.

Nach meinen Erfahrungen befinden sich auf vielen, der Auslotung im übrigen durchaus würdigen Seen deshalb keine Böte, weil die Befischung derselben aus den verschiedensten Umständen entweder überhaupt garnicht lohnt oder so wenig, daß nur etwa einmal im Jahre auf demselben gefischt wird. Ein Boot von einem benachbarten See herbeizuschaffen, ist in den meisten Fällen garnicht einfach, schon deshalb, weil solche Seen häufig isoliert liegen. Ich möchte daher glauben, daß das Vorhandensein eines Bootes nicht den Maßstab für die Auslotung eines Sees

---

[1]) Entwurf einer Anleitung zur Seenuntersuchung bei den Kartenaufnahmen der Geologischen Landesanstalt von ALFRED JENTZSCH in Berlin. S.-A. aus den Abhandl. der Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt und Bergakademie. Neue Folge. Heft 48. Berlin 1906.

bilden darf, sondern daß der mit der Seenuntersuchung beauftragte Geologe sich von diesem Umstande möglichst unabhängig machen muß. Er kann dies entweder dadurch, daß er die Lotungen im Winter vom Eis aus betätigt oder sich in den Besitz einer Vorrichtung setzt, auch ohne ein am See vorhandenes Boot die Lotung auszuführen. Die Lotung vom Eis aus ist zwar im Text erwähnt, aber nur ganz beiläufig, während sie doch in sehr vielen Fällen derjenigen vom Boot aus vorzuziehen ist und tatsächlich in allen Teilen Norddeutschlands bereits in vielen Seen vorgenommen worden ist. Ich glaube daher, daß diese Art der Lotung mehr hervorgehoben werden sollte, als es in dem Entwurf geschehen ist.

Andererseits gibt es doch auch noch andere Mittel, das etwa nicht vorhandene Boot zu ersetzen. Wir besitzen verschiedene Arten zusammenlegbarer, leicht transportabler Böte, z. B. das Berthon'sche, das Osgood'sche und das Seidlitz'sche Faltboot, von denen nach meinen Erfahrungen das zuerst genannte, das ja auch von Sven Hedin in Tibet benutzt worden ist, am meisten zu empfehlen ist. Freilich kann man mit ihnen nicht die Ule-sche Lotmaschine benutzen, sondern nur den Sondeur Belloc, auf den ich später noch zurückkommen werde. Neben diesen Faltböten, deren Handhabung allerdings nicht geringe Übung voraussetzt, seien aber auch noch diejenigen — sehr wohlfeilen — Vorrichtungen zu erwähnen, mit denen man Seen ausloten kann, deren Ufer überall begehbar sind; eines derselben hat Prof. Fugger in den Mitteilungen der Gesellschaft für Landeskunde, Bd. XXX, beschrieben; er hat mittelst ihrer zahlreiche Hochseen im Salzburger Gebiet mit großem Erfolg ausgelotet. Eine andere hat Garwood in London ausgesonnen und damit eine Anzahl von Seen im N. Gotthardgebiet gelotet (Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 62, 1906); ihre Beschreibung wird nach brieflicher Mitteilung Garwood's an den Verfasser binnen kurzem in den Proceedings der Royal Society in London veröffentlicht werden.

2. Daß Lotungen nur zu einer Zeit stattfinden müßten, wo entweder gar kein Wind oder nur ein sehr schwacher weht, sollte noch stärker betont und dabei auf den bekannten Umstand hingewiesen werden, daß die frühen Morgen- und die späten Nach-

mittagstunden wegen ihrer relativen Windstille sich in der Regel am besten zu Lotungsarbeiten eignen. Es kann Tage geben, die im Ganzen als stürmisch zu bezeichnen sind, an denen jedoch zu den angegebenen Tageszeiten recht gut gelotet werden kann und umgekehrt windschwache, die trotzdem für den ganzen Tag sich zum Loten nicht eignen.

3. Auf S. 3 ist betont worden, daß in der Karte von jedem See insbesondere die Linie von 5 m Wassertiefe eingetragen werden solle, weil sie geologisch, physikalisch, chemisch, biologisch und wirtschaftlich von besonderer Wichtigkeit sei. In dieser Allgemeinheit möchte ich diesen Satz auf das entschiedenste bestreiten; die Trennungslinie zwischen dem Ufergebiet und dem eigentlichen Seegebiet, die hier offenbar gemeint ist, ist nicht allgemein die 5 m Tiefenlinie, sondern wechselt je nach den besonderen Verhältnissen des Sees. Nach meiner Erfahrung liegt sie in unseren norddeutschen Landseen nicht unerheblich höher — etwa zwischen 2 und 3 m —, nur in verhältnismäßig sehr seltenen Fällen dürfte sie mit der 5 m-Linie zusammenfallen. Ich möchte daher vorschlagen, daß wenigstens neben der 5 m auch die $2^1/_2$ m-Tiefenlinie besonders eingetragen werde.

4. Seite 7 wird als Regel aufgestellt: Im allgemeinen Handlot und Leinen, für das offene Wasser der tiefsten Seen Lotmaschine und Draht. Gegen diese Bevorzugung des Handlotes möchte ich mich im Interesse der Genauigkeit der Lotung entschieden aussprechen und zwar aus folgenden Gründen: Die Handhabung des Handlotes ist zwar bequemer als die der Lotmaschine, führt aber wegen der ungleichen Ausdehnung und Zerrung der Leine mit Notwendigkeit zu Ungenauigkeiten, mag man auch noch so häufig mit Normalmaßen vergleichen und die Leine möglichst oft trocknen. Außerdem nimmt bei größeren Tiefen das Lotungsgeschäft mittelst Handlotes entschieden mehr Zeit in Anspruch als mit der Lotmaschine und endlich leidet das Innere des Bootes bei Anwendung des Handlotes mehr unter Nässe.

5. S. 8 ist von der Ule'schen Lotmaschine die Rede. Ohne im geringsten etwas gegen dieselbe einwenden zu wollen, gibt es doch auch noch andere sehr handliche Lotmaschinen, die ebenso

exakt arbeiten und z. T. weniger Raum einnehmen, z. B. die Richter'sche, die Pullar'sche, den Sondeur Belloc; sie sind keineswegs teurer als die Ule'sche. Ich muß allerdings bemerken, daß ich die neueste Änderung der Ule'schen Maschine, wie Ule sie beim Ausloten des Ammersees (Studien am Ammersee, München 1906, S. 15) gebrauchte, noch nicht persönlich kenne.

6. S. 12 ist von Beziehung der Tiefenmessungen auf Mittelwasser des Sees die Rede. Der Begriff des Mittelwasser ist aber ein so schwankender, daß ich nicht empfehlen möchte, auf ihn zurückzugreifen, ganz abgesehen davon, daß von der großen Mehrzahl unserer norddeutschen Binnenseen Pegelmessungen bis jetzt überall nicht vorliegen. Es empfiehlt sich daher, glaube ich, mehr, an eine feste Marke am Lande bezw. an die Seespiegelhöhe anzuknüpfen, die dem Meßtischblatt zu entnehmen ist. Leider sind bei uns, im Gegensatz zu den Seen in der Schweiz, nur eine Minderzahl von Seen an das allgemeine Nivellement angeschlossen und daher meine ich, daß es jetzt, wo die Geol. Landesanstalt die Binnenseen in den Bereich ihrer Kartierungsarbeiten gezogen hat, an der Zeit sei, dieselbe ganz allgemein an das allgemeine Nivellement anzuschließen, damit bei späteren Nachmessungen eine Kontrolle vorhanden ist. Denn der Unterschied in den Ergebnissen verschiedener Lotungen in demselben See zu verschiedenen Zeiten kann bekanntlich ebenso gut von Veränderungen des Seebodens, wie von Änderungen des Wasserstandes der Seen abhängen, ohne eine einheitliche Festlegung desselben ist jegliche Nachprüfung illusorisch und Angaben der Meereshöhe von Seen in ganzen Metern mag zwar für allgemeine geographische Handbücher genügen, entspricht aber keineswegs den strengeren Anforderungen der Seenkunde.

7. S. 14 wird der Gebrauch des Winkelprismas und des doppelten Goldschmidt'schen Winkelspiegels empfohlen, um sich richtig einzupeilen. Ich glaube, bei größeren Seen genügen diese sonst natürlich sehr brauchbaren Instrumente noch nicht, vielmehr ist in diesen Fällen der Gebrauch des Sextanten dringend zu empfehlen. Bei schwachen, aber stetig wehenden Winden ist das Lotungsgeschäft ganz gut auszuführen, wenn man nicht direkt auf

das Ziel loshält, sondern unter einem solchen Winkel, daß man in den Resultanten von Wind und Fahrtrichtung fährt.

8. S. 15 findet sich der Satz, daß das Kommando zum Weiterrudern sofort nach Beginn des Loteinholens erteilt werde, welches beendet sein muß, ehe das Boot den nächsten Lotpunkt erreicht. Ich halte es für sehr bedenklich, wenn man, namentlich bei Benutzung von Lotmaschinen, überhaupt weiter fährt, bevor das Lot wieder zur Oberfläche gelangt. Ich habe es freilich oft selbst getan, um die Zeitdauer des Lotgeschäftes abzukürzen, bin aber dann schließlich ganz davon abgekommen. Denn erstlich hindert eine noch im Wasser befindliche Lotleine resp. Lotdraht mit Gewicht ganz erheblich die Fortbewegung des Schiffes und dann würde das Aufziehen des Gewichtes mittels der Lotmaschine während der Fahrt den Mechanismus derselben gar bald in Unordnung bringen. Bei einer Lotleine mit Gewicht kommt dieses Moment freilich weniger zur Geltung, aber die Unkontrollierbarkeit der gefahrenen Strecke, je nachdem das Boot kürzere oder längere Strecken im Wasser geblieben ist, sollte allein schon hinreichen, dies Verfahren zu diskreditieren. Bei dieser Gelegenheit bemerke ich, daß ich auch häufig versucht habe, beim Durchfahren längerer Profile mit größeren Tiefen einen Teil des Lotdrahtes ständig im Wasser zu lassen, um nicht genötigt zu sein, bei jeder neuen Lotung wieder so und so viel Meter von neuem hinabzulassen. Ich bin aber auch von diesem Verfahren wieder ganz abgekommen; denn abgesehen von der, wenn auch gleichmäßigen, Verzögerung der Fahrt, muß bei der nächsten Lotung doch immer wieder so lange gewartet werden, bis der Draht senkrecht steht, ehe sie selbst betätigt werden kann und dadurch gleicht sich die scheinbare Zeitersparnis wieder vollkommen aus.

Diesen Bemerkungen zum eigentlichen Lotungsgeschäft möchte ich noch eine hinzufügen, für welche die Anknüpfung an den vorliegenden Entwurf mir fehlt. Sie betrifft die Festlegung der Konturen des Sees. Es ist klar, daß dieselben bekannt sein müssen, bevor die Auslotung beginnen kann. Nun beginnt zwar die geologische Kartierung einer Gegend, worin jetzt also auch die Seen

einbegriffen sind, immer erst nach der topographischen Aufnahme resp. Ausgabe der Meßtischblätter 1 : 25000, soviel ich wenigstens weiß; beginnt sie also bald nach jener Aufnahme, so hat der Seenforscher mit der Aufnahme der Konturen des Sees als solcher nichts zu tun, liegt aber ein längerer Zwischenraum, vielleicht ein Menschenalter von 35—40 Jahren, zwischen der topographischen Aufnahme und der geologischen Seenkartierung, so ist der Fall recht gut denkbar, daß sich inzwischen die Konturen des Sees durch Verkleinerung, Tieferlegung usw. erheblich verändert haben. In diesem Falle müßte also der kartierende Geologe Erkundigungen darüber einziehen, ob der augenblickliche Umfang des Sees noch demjenigen auf der Karte entspricht.

Auf den materiellen Teil des Entwurfs näher einzugehen, möchte ich an dieser Stelle vermeiden, obwohl mir namentlich der Abschnitt 4 über die Durchsichtigkeit und Farbe des Wassers an verschiedenen Stellen Bedenken eingeflößt hat; ich kann aber nicht umhin, zum Schluß nochmals meiner Freude Ausdruck zu verleihen, daß die Geol. Landesanstalt wichtige Aufgaben der einheimischen Seenforschung in ihr Programm mit aufgenommen und, wie der Entwurf zeigt, einen mit den einschlägigen Verhältnissen vorzüglich vertrauten Beamten der Anstalt mit der Leitung und Durchführung derselben beauftragt hat.

Nachtrag zum Entwurf einer Anleitung zur Seen-Untersuchung.

Von **Alfred Jentzsch** in Berlin.

Der als erster Aufsatz dieses Heftes[1]) abgedruckte Entwurf einer Anleitung zur Seen-Untersuchung bei der Kartenaufnahme der Geologischen Landesanstalt bezweckte, für norddeutsche Verhältnisse und für die besonderen Bedürfnisse der Preußischen Geologischen Landesanstalt eine erste Grundlage zu gewähren. Er wird fortlaufender Nachprüfung, Erweiterung und Verbesserung bedürfen. Seine ersten Sonderabdrücke wurden im April 1906 an die Geologen der Preußischen Geologischen Landesanstalt, sowie an einzelne Seenforscher ausgegeben. Bei mehrjähriger Prüfung im praktischen Gebrauch hat er sich im ganzen bewährt. Auch der als dritter Aufsatz desselben Heftes abgedruckte Aufsatz[2]) stimmt unserer Anleitung »im großen und ganzen völlig zu«, beanstandet sie indessen in 8 Punkten.

Über diese Beanstandungen sei folgendes bemerkt:

Zu 1 empfiehlt Halbfass für solche Seen, wo ein Boot nicht zu haben, den Gebrauch zusammenlegbarer Böte. Unseres Erachtens sind solche empfehlenswert für Forschungsreisen in fremden Ländern, dort, wo keine festen Böte an Ort und Stelle erhältlich sind. Ein Privatmann, der auf wissenschaftliche Entdeckungen ausgeht, mag Faltböte auf eigene Gefahr gebrauchen. In einem hochkultivirten, dichtbevölkerten Lande wie Preußen

---

[1]) Jentzsch, Beiträge zur Seenkunde I, Abhandlungen der Kgl. Preuß. Geolog. Landesanstalt. Neue Folge, Heft 48, Seite 1—37.

[2]) Halbfass, Bemerkungen über Seen-Untersuchung. Ebenda Seite 45—50.

wird man jedoch keinem Geologen zumuten, sich einem trügerischen Faltboote anzuvertrauen, da für geringes Geld sichere Böte fast überall hin zu Wagen beschafft werden können. Gewiß soll auch ein staatlicher Geologe Gefahren sich kaltblütig aussetzen, wenn ein wichtiger Zweck dies erfordert; und dies ist oft genug der Fall! Aber es wäre frivol, sie aufzusuchen, wo ohne Gefahr mit erschwingbaren Mitteln der gleiche Zweck erreicht werden kann. Wie richtig es war, daß wir Faltböte nicht in unserer Anleitung erwähnten, hat der traurige Ausgang der v. Knebel'schen Island-Expedition überzeugend dargetan.

Die Untersuchungen auf Binnenseen erfordern soviel geistige Konzentration, daß es dringend erwünscht ist, dabei den Beobachter nach Möglichkeit von der Sorge um sein und seiner Gehülfen Leben zu entlasten, und ihm die Möglichkeit zu gewähren, sich über den Rand des Bootes hinauszulehnen. Je sicherer letzteres ist, um so besser können die Beobachtungen werden.

Wo sich ein leidlich sicheres Boot nicht beschaffen läßt, wird der See im Winter von der Eisdecke aus abzuloten sein, wie das bereits mehrfach bei unseren Arbeiten geschehen ist.

Für kleine Seen, die nach sicherer Erkundigung bei Fischern weniger als 5 m Tiefe haben, mag von einer Ablotung durch Geologen vorläufig abgesehen werden, wenn ein Boot nicht oder nur mit unverhältnismäßigen Schwierigkeiten beschafft werden kann.

Zu 2. Es ist ausgeschlossen, mit den Lotungen auf völlig windstille Tage zu warten, da solche sehr selten sind. Dagegen ist es, wie schon früher hervorgehoben, notwendig, daß nur zu Zeiten möglichst schwachen Windes gelotet wird. Für die Aufsammlung von Grundproben, Plankton, Wasserproben usw. ist ein mäßiger Wind noch zulässig, wenngleich natürlich nicht erwünscht.

Richtig und nützlich ist der durch Prof. Halbfass gegebene Hinweis darauf, daß einzelne Tageszeiten sich durch relativ schwache Winde auszeichnen, und daß dies öfters bei den frühen Morgen- und späten Nachmittagsstunden der Fall ist.

Zu 3 hat Herr Halbfass uns mißverstanden. Wenn wir die Eintragung der 5 m-Linie betonten, so geschah das gegenüber dem in früheren Arbeiten gelegentlich bemerkten Mißbrauche, insbesondere bei größeren und tieferen Seen nur die Linien von 10, 20, 30 . . . m Wassertiefe einzuzeichnen. Wir verlangen die 5 m-Linie für jeden See, und empfehlen die Eintragung weiterer Zwischenlinien für alle diejenigen Fälle, wo der Raum der zwischen 0 und 5 m Tiefe liegenden Randzone hinreichend groß ist. Als Zwischenlinien empfehlen sich, je nach Umständen, entweder die 2,5 m-Linie, oder noch besser, wo erreichbar, die Eintragung der Linien von 2 m, 3 m, 4 m Wassertiefe. Die 1 m-Linie wird wohl nur in seltenen Fällen feststellbar sein, ist aber wo angängig, natürlich gleichfalls erwünscht; es kommen sogar Fälle vor, wo die 0,5 m-Linie eingetragen werden kann. Welche dieser Zwischenlinien angegeben werden soll, muß der Geologe im Felde entscheiden. Neben der früher üblichen Gepflogenheit, den Hauptwert der Seelotungen in der Auffindung der tiefsten Abgründe zu suchen, betonen wir gerade den Wert einer möglichst eingehenden Darstellung der Tiefen in der Randzone, wo Pflanzenwuchs, Laichgeschäft der Fische, geologische Veränderungen ihr Hauptgebiet haben.

Zu 4 wird nach wie vor die Lotmaschine empfohlen für größere und tiefere Seen, etwa von 10 m Tiefe ab. Bei kleinen Seen aber reicht das Handlot vollkommen aus. Die aus der Dehnung oder Schrumpfung der Leine entspringenden Fehler sind verschwindend gering gegenüber den aus ungenauer Ortsbestimmung entspringenden Fehlern. Wenn Jemand die genaueste Lotmaschine benutzt, dabei aber — wie oft unvermeidlich — um mehrere Bootslängen sich in der Ortsbestimmung irrt, so begeht er einen ähnlichen Fehler, wie ein chemischer Anfänger, der etwa bei der Analyse einen Niederschlag nicht allzu sorgfältig auswäscht, aber nachher auf Zehntel Milligramme wiegt.

Zu 5 sei bemerkt, daß für den Dienstgebrauch der Geologischen Landesanstalt zurzeit mehrere Ule'sche Lotmaschinen bestimmt sind, damit soll aber keineswegs ein Urteil über die Güte anderer Lotmaschinen abgegeben sein.

Zu 6 kann jede Lotung zunächst nur auf den zurzeit der Aufnahme vorhandenen Wasserspiegel bezogen werden. Selbstredend wird aber jeder Beobachter, soweit dies möglich, nach Erkundigungen oder eigenen Beobachtungen diesen Wasserspiegel in Beziehung zum mittleren Wasserspiegel oder zu vorhandenen Höhenmarken setzen. Meist ist dies leider nicht möglich. Aber dann behalten die Lotungen trotzdem ihren Wert, da sie in erster Linie die relativen Höhen der geloteten Punkte angeben und danach die Kessel, Buchten und Untiefen kennzeichnen sollen.

Zu 7 werden auch ferner zur Ortsbestimmung Winkelprisma und doppelte Winkelspiegel anzuwenden seien. Ein Sextant wird nur bei größeren Seen in Betracht kommen, für deren Aufnahme ohnehin besondere landmesserische Maßnahmen erforderlich werden können.

Zu 8 halten wir, entgegen der Ansicht des Herrn Halbfass, an dem Ratschlage fest, bei Handlotungen das Kommando zum Weiterfahren sofort bei Beginn des Loteinholens zu erteilen. Da es sich beim Handloten immer nur um geringere Tiefen und um dünne Leinen handelt, so ist die durch deren Widerstand bedingte Verzögerung der Bootsfahrt völlig unmerklich (wie rechnerisch leicht gezeigt werden könnte), während ein längeres Verweilen des Bootes an einer Stelle stets die Gefahr erheblichen Abtreibens in sich birgt.

Daß die Umrisse des Sees auf den älteren Meßtischblättern nach dem neuesten Bestande möglichst berichtigt werden müssen (wie Herr Halbfass empfiehlt), ist selbstverständlich und geht aus den allgemeinen Geschäftsanweisungen der preußischen Geologen ohne weiteres hervor.

An ferneren Ratschlägen hat sich aus den Seenuntersuchungen der Geologischen Landesanstalt noch folgendes ergeben:

Anstatt des Karabinerhakens, der sich leicht löst, wird die minder bequeme aber sicherere Befestigung an Schlüsselringen in manchen Fällen vorzuziehen sein.

Beim Gebrauch der Lotmaschine ist besonders auf die Gefahr zu achten, welche in einer Schlingenbildung des Drahtes liegen würde.

Für flache Seenränder wird eine leichte hölzerne Peilstange von 4 m Länge empfohlen.

Bei den Angaben über Art und Menge des Planktons, wie über Farbe und Durchsichtigkeit des Wassers sind Jahr und Tag der Beobachtung anzugeben.

Die Tiefenangabe beziehe sich dort, wo Faulschlamm lagert, auf dessen Oberkante, welche auf die Seite 26 geschilderte Weise ermittelt wird.

Die Mächtigkeit des Faulschlamms mag, wo Zeit und Umstände es gestatten, durch eiserne Sondierstangen oder noch besser durch die in wasserreichen Mooren üblichen Bohrerarten ermittelt werden. Doch wird diese wissenschaftlich und gelegentlich auch praktisch wichtige Untersuchung nur in Ausnahmefällen stattfinden können. Wo sie ausgeführt wird, gibt sie zugleich Aufschluß über die ursprüngliche Tiefe des Seebeckens. Da sie aber wegen ihrer Umständlichkeit nur an wenigen Punkten und auch dann oft nur ungenau ausgeführt werden kann, wäre es völlig verfehlt, etwa die Tiefe eines Sees auf den Untergund des Faulschlammes zu beziehen.

Vielmehr sind alle Tiefenangaben auf dessen Oberfläche zu beziehen, während zur Ergänzung des Bildes Angaben über die Mächtigkeit dieses Schlammes durch besondere Zeichen hinzugefügt werden können.

Während naturgemäß die Mächtigkeit des Tiefenschlammes nicht allerorten ermittelt werden kann, ist derselbe tunlichst in jeder zutage geförderten Probe auf Gehalt an Kalkcarbonat und an Eisensulfid zu prüfen. Letzteres verrät sich leicht durch den Schwefelwasserstoffgeruch der frischen, mit Salzsäure begossenen Probe. Wo ein solcher sich zeigt, prüfe man mit Bleipapier. Wird letzteres gebräunt, so ist Schwefelwasserstoff nachgewiesen, dem allerdings oft noch Phosphorwasserstoff beigemengt sein mag. An der Luft wird Eisensulfid schnell oxydiert.

Wasserproben wird man nicht aus allen Seen entnehmen, weil deren Untersuchung mühsam nnd zeitraubend ist. Dagegen empfiehlt es sich, sie in einzelnen besonders geeigneten Fällen zu nehmen, um allmählich ein Bild von der Chemie der Seenwässer

zu gewinnen. Als besonders geeignet zur Entnahme und Analyse erachten wir Tiefenwässer tiefer Seen. Die Analyse der nach Berlin gesandten Wässer kann sich nur auf gelöste mineralische Stoffe erstrecken, wobei die während der Zwischenzeit etwa ausgefällten Eisenoxyde als gelöst gewesen in der Analyse einzubeziehen sind. Die Bestimmung der Gase und organischen Stoffe ist zwar praktisch und wissenschaftlich noch wichtiger, namentlich für die Beurteilung biologischer Vorgänge, kann aber nur auf oder am See unmittelbar nach der Entnahme geschehen, soweit nicht etwa einer Veränderung durch sofortige Sterilisierung und luftdichten Verschluß vorgebeugt ist. Diese letztere Untersuchung mag darum verschoben werden, bis vorerst die anderen Daten unserer Seen einigermaßen bekannt geworden sind.

Denn die Aufgabe, unsere norddeutschen Seen zu untersuchen, ist eine ungeheuere, nie völlig zu erschöpfende. Sie kann nur von Stufe zu Stufe allmählich gefördert werden. Und die vorliegende »Anleitung« soll nur den dringlichsten Anforderungen einer ersten vorbereitenden Stufe entsprechen.

Die in den einzelnen Aufsätzen unserer »Beiträge zur Seenkunde« zu veröffentlichenden Mitteilungen werden weitere Aufgaben und Methoden bezeichnen.

Über einige Seen der Gegend von Meseritz und Birnbaum (Provinz Posen).

Von Herrn **Alfred Jentzsch** in Berlin.

Mit Tafel II bis XII.

---

1. Vorbericht.

Aus eigener Anregung, aber mit Beihilfe der Geologischen Landesanstalt, lotete im Sommer und Herbst der Jahre 1905 und 1906 FRIEDRICH SCHILD, damals Oberlehrer am Königlichen Gymnasium zu Meseritz, in der weiteren Umgebung seines Wohnortes eine Anzahl Seen und übersandte Verzeichnisse seiner sämtlichen Lotungen sowie Karten, in denen die Lotpunkte und die auf Grund der Einzel-Lotungen entworfenen Tiefenlinien (Isobathen) eingezeichnet waren, unserem Seen-Archiv. SCHILD's Lotungen waren sämtlich in der von mir im ersten Aufsatze dieses Heftes beschriebenen Weise ausgeführt.

Obwohl die geloteten Seen nur einen Bruchteil der in dem Gebiete zerstreuten Seen umfassen, auch über Physik und Chemie ihres Wassers, Tier- und Pflanzenwelt, geognostische Beschaffenheit ihrer Ränder oder wirtschaftliche Verhältnisse nichts mitgeteilt war, erschien doch der vorliegende Schatz an Messungen umfangreich genug, um eine Drucklegung zu rechtfertigen, zumal das Verständnis aller wissenschaftlichen und praktischen Beziehungen eines Sees an dessen Gestalt, Größe und Tiefe anzuknüpfen hat.

Freilich durfte die Drucklegung nicht geschehen, ohne den See — obwohl ein solcher in seinem Leben fast eine Welt für sich bedeutet — als Glied eines größeren Ganzen darzustellen, in

welches er nach Gestalt und Entstehung hineingehört und von welchem er in der mannigfachsten Weise beeinflußt wird.

Wir suchten dies — in Ermangelung geologischer Spezialaufnahmen des Gebietes — dadurch zu erreichen, daß wir Ausschnitte der von der Königlich Preußischen Landesaufnahme bearbeiteten topographischen Meßtischblätter abdruckten, nach deren Höhenlinien durch Farbenstufen die Höhengliederung des Geländes zum lebendigen Ausdrucke brachten und in diesem die Tiefen der geloteten Seen durch Tiefenlinien und farbige Abtönung eintrugen. Indem wir alle Seen in dem gleichen Maßstabe 1 : 25000 darstellten, erleichterten wir deren Vergleichbarkeit untereinander. Von einigen Seen, für welche dieser Maßstab zur Wiedergabe aller Einzellotungen nicht ausreichte, gibt Tafel IX farblose Einzelbilder in dem größeren Maßstabe 1 : 10000. Dabei war es, auch ohne das Gebiet nochmals zu betreten, auf Grund unserer allgemeinen Kenntnis des norddeutschen Landschaftsbildes ausführbar, nach den Höhenlinien der topographischen Karte die von Torf, Humus und jüngsten Anschwemmungen erfüllten und eingeebneten Niederungen durch eine besondere graugrüne Farbe auszuscheiden, wodurch die Landschaft lebhafter und verständlicher hervortritt und gewisse Beziehungen der heutigen Seen zu jenen benachbarten Niederungen, die zumeist an die Stelle ehemaliger Seen getreten sind, erkennbar werden. In gleicher Darstellung hinzugefügt wurden die Tiefenkarten einiger Seen, welche durch deren Besitzer vom Eise gelotet worden waren. Die Lotung von der Eisdecke her hat den Vorteil, daß die Lotpunkte bequem eingemessen werden können. So sind diese nach sich rechtwinklig schneidenden Linien in Abständen von 100 m, teilweise 50 m flächenhaft verteilt, wodurch das Tiefenbild einen verhältnismäßig hohen Grad von Zuverlässigkeit gewinnen kann. Neben den Tiefen konnten in einigen Fällen auch spärliche Angaben über Pflanzenbestände nach Schild's Beobachtungen eingetragen werden.

Die Originalbeobachtungen werden im Seenarchiv der Geologischen Landesanstalt aufbewahrt. Leider hat Schild keine weiteren Erläuterungen übersandt. Im Jahre 1907 wurde er aus der Provinz Posen weg nach Westfalen berufen. Er starb, viel

zu früh für seinen Beruf und für die Landeskunde, die ihm gewiß noch manchen nützlichen Beitrag verdankt haben würde, 1909 als Direktor der Realschule in Gronau, Westfalen. Tafel X, XI und XII geben die von ihm im Jahre 1907 geloteten Seen.

Einige letzte Seenmessungen desselben wird Heft IV unserer Beiträge zur Seenkunde bringen. So erwuchs dem Herausgeber der Beiträge zur Seenkunde die Pflicht, für die bereits gestochenen und in Auflage fertig gedruckten Karten, die zur allgemeineren Würdigung der letzteren nötigsten Erläuterungen beizufügen. Hierbei konnte ein gedrukter Aufsatz[1]) benutzt werden, in welchem SCHILD u. a. auch über einige der geloteten Seen spricht. Soweit daraus Beobachtungen für unseren Zweck entnommen werden konnten, sind dieselben mit Petit-Schrift gedruckt. Nach eigenen, zu anderen Zwecken ausgeführten Durchquerungen des Gebietes und nach seinen sonstigen Erfahrungen über andere preußische Seengebiete mußte Verfasser die folgenden Erläuterungen entwerfen; daneben werden die aus dem hier gebotenen Kartenmaterial abgeleiteten oder an demselben bestätigten geologischen Gesetze zusammengefaßt.

2. Allgemeines über die geloteten Seen.

Alle auf Tafel II bis XII dargestellten Seen liegen im norddeutschen Flachlande, also im Gebiete der Glazialbildungen und der von Norden und Nordosten herbeigeschafften erratischen Geschiebe in der preußischen Provinz Posen und zwar im Regierungsbezirk Posen. Alle Seen liegen südlich der Warthe und gehören deren Abflußgebiete und somit dem des Oderstromes an, in welchen die Warthe bei Cüstrin sich ergießt. Ein Teil der Seen sendet Abflüsse der Warthe unmittelbar zu, ein anderer mittelbar durch die Obra, welche bei Schwerin in die Warthe mündet. Einige der kleinsten Seen sind ohne oberirdischen Abfluß.

Tafel II gibt eine Übersicht über ihre Lage zueinander und zu den genannten Flüssen. Das Gradnetz unseres Kärtchens zeigt die Meßtischblätter an, auf denen, wo erwünscht, die weitere Um-

[1]) SCHILD, Zwischen Warthe und Obra, ein Beitrag zur Heimatkunde. Beilage zum Programm des Königl. Gymnasiums zu Meseritz. Ostern 1906. 4°, 28 Seiten.

Meßtischblatt G. A. 47 Nr.	Meßtischblatt Name	Tafel	Regierungsbezirk Posen Kreis	Name des Sees	Größe ha	Meereshöhe in Metern	Größte Tiefe unter dem Wasserspiegel	Größte Tiefe über dem Meeresspiegel
23	Zirke	XI	Birnbaum	Luttomer See	174	37.6	9.25	+ 28.35
		XII		Schrimmer See	122	39.3	49.0	— 9.7
24	Klodzisko	VII	»	Chrzypsko-See	323	44.9	14.0	+ 30.9
		XII		Gr. Bialtscher See	38	39.7	5.5	+ 34.2
25 u. 31	Blesen und Tempel	III	Meseritz	Tscheischt-See	41.8	40.3	19.0	+ 21.3
26 u. 27	Gollmütz und Prittisch	IV	Schwerin	Liebucher See	340	54.6	34.0	+ 20.6
26 u. 32	Gollmütz und Meseritz	XII	Meseritz und Schwerin	Glembuch-See	120	50.4	19.0	+ 31.4
27	Prittisch	IV	Meseritz	Schwarzer See bei Stalun	23.9	55.0	8.0	+ 47.0
			»	Staluner See	23	55.3	17.0	+ 38.3
			»	Weißer See bei Stalun	55.8	55.1	11.0	+ 44.1
28	Köhne	VI. IX	Birnbaum	Gorczyner See	80.5	44.6	34.0	+ 10.6
29	Kwiltsch	XII	»	Kwiltscher See	20	80.4	7.5	+ 72.9

30	Pinne	VIII. XI	Birnbaum	Bialokoscher See	153	83.1	27.0	+ 56.1
31	Tempel	III. IX	Meseritz	Höllengrund-See bei Weißensee	83.5	40.6	15.25	+ 25.35
		X	»	Langer See bei Samst	98	41.3	12.5	+ 28.8
			»	Kurziger See	75	41.3	8.3	+ 33
			»	Groden-See I	4.6	ca. 50	6.5	+ 43.75
			»	» II	4.6		14.25	+ 35.15
			»	» III	3.2		13.0	+ 37.0
32	Meseritz	III	»	Bobelwitzer See	36	51.5	14.5	+ 37.0
33	Betsche	III. IX	»	Schwarzer See b. Reinzig	2.6	ca. 54	8.75	+ 45.25
		III	»	Langer See bei »	6.6	53.1	2.0	+ 51.1
		III. IX	»	Röst-See bei »	1.5	ca. 54	5.25	+ 48.75
34 u. 40	Lewitz und Tirschtiegel	V	»	Rybojadeler See	280.7	51.2	3.2	+ 49.0
		V	»	Großer See		51.2	3.0	+ 48.2
		V. IX	»	Konnin-See	96	51.2	3.9	+ 47.3
		V. IX	»	Pfarr-See	17	51.3	6.8	+ 44.5
		V. IX	»	Tiefer See	30	51.3	17.0	+ 34.3
G. A. 48 Nr. 19	Scharfenort	XII	Samter	Samolentscher See	27	59.0	24.25	+ 34.75

gebung der Seen verfolgt werden mag. Fast alle diese Meßtischblätter gehören zur Gradabteilung 47 des Netzes der Geologischen Spezialkarte von Preußen, also zu jenem Gebiete, welches zwischen 52° und 53° nördlicher Breite und zwischen 33° und 34° östlicher Länge liegt. Nur 1 Blatt gehört zu der östlich angrenzenden 48. Gradabteilung. Zur Übersicht diene das Täfelchen auf S. 60/61.

Unsere Tafeln II—XII enthalten auch die Umrisse einiger bisher nicht geloteter Seen. Es wird genügen, deren Namen gelegentlich der Besprechung benachbarter Seen zu erwähnen.

Das Gebiet der geloteten Seen ist noch nicht geologisch kartiert. Es ist deshalb nicht zulässig, gerade an diese Seen neue geologische Hypothesen über deren Entstehung anknüpfen zu wollen. Dagegen ist es möglich, die aus besser durchforschten Gebieten gewonnenen Anschauungen auf sie zu übertragen, und zu prüfen, inwiefern dieselben von Fall zu Fall anwendbar erscheinen. Wir unterscheiden:

a) die Entstehung der Hohlform,
b) deren spätere Umgestaltung, für welche die hier veröffentlichten Seenkarten lehrreiche Beispiele gewähren.

3. Entstehung der Seen.

Ist im Gelände eine rings geschlossene Hohlform — gleichviel durch welche geologischen Vorgänge — eingesenkt, so muß in dem heutigen deutschen Klima, in welchem die Verdunstung nicht allzuviel die Höhe der Niederschläge übersteigt, sich Wasser ansammeln, somit ein See entstehen. Der Flächeninhalt wird, sobald ein Beharrungszustand eingetreten ist, so groß sein, daß der Überschuß der jährlichen Niederschläge des ganzen, den See speisenden Geländes — des »Einzugsgebietes« — über die Verdunstung gleich ist der Summe der oberirdischen und unterirdischen Abflüsse. Bezeichnen wir also mit F den Flächeninhalt des Einzugsgebietes (einschließlich des Sees), mit f denjenigen des Sees in Quadratmetern; mit H die durchschnittliche jährliche Höhe der Niederschläge (Schnee, Reif, Regen, Hagel, Tau), mit h die durchschnittliche jährliche Verdunstungshöhe auf dem Lande, mit h'

diejenige auf dem Wasser in Metern und ferner mit Q die jährliche Menge der oberflächlich sichtbaren Abflüsse, mit q diejenige der unterirdischen Abflüsse in Kubikmetern, so besteht in aller Schärfe die Gleichung

$$f = \frac{(H-h)F - Q - q}{h' - h},$$

wobei stets $f < F$ und $h' > h$ sein wird. Dies gilt in aller Strenge selbstredend nur für den mittleren Wasserstand und für den gewöhnlichen Fall, daß die Grenzen des oberirdischen und unterirdischen Zuflußgebiets gleich sind.

Hieraus ergibt sich, daß die Größe f des Sees sowohl periodischen wie fortschreitenden Änderungen unterliegt. Denn von dem täglichen, jährlichen und säkularen Wechsel der Witterung hängen zunächst H, h und h' ab und dadurch mittelbar Q, q und f. Der Wert von F mag in längeren Zeitabschnitten gleich bleiben. Aber selbst wenn dies der Fall ist, bleiben alle übrigen Faktoren veränderlich, mithin auch f. Von diesen fortwährenden geologischen Veränderungen soll im folgenden Abschnitte kurz berichtet werden.

Die Entstehung der Hohlform kann einheitlich erfolgen oder auch in zwei zeitlich getrennten Vorgängen, deren erster eine irgend wohin abfließende Rinne schafft, deren zweiter den Abfluß dieser Rinne ganz oder teilweise absperrt.

Ein erheblicher Teil der hier geschilderten Seen gehört zu dieser letzteren Gruppe. Insbesondere sind die dem Wartheflusse zunächst liegenden Seen durch Talstufen des Warthetales abgesperrt, wodurch ihr Wasserspiegel erheblich höher gespannt ist.

Der Warthespiegel tritt mit 38,7 m Höhe über NN (d. h. rund 39 m über dem preußischen Normalhöhenpunkt, dessen Höhenlage dem mittleren Ostseespiegel der deutschen Küsten mit einer für die Zwecke dieser Betrachtung mehr als hinreichenden Genauigkeit entspricht) in das Gebiet unseres Übersichtskärtchens oberhalb Zirke und verläßt es unterhalb Schwerin a. W. bei rund 20 m Meereshöhe.

Östlich des 34. Längengrades erreichen die das Warthetal

begleitenden, mit Talsanden erfüllten Talstufen[1]), wie die geologische Übersichtskarte im einzelnen nachweist, alsbald 60 m und weiter östlich noch erheblich größere Meereshöhen von 80 m und mehr.

In der Nordostecke unseres Kartengebiets sind die Talstufen als unmittelbare Fortsetzungen der auf dem geologischen Blatt Scharnikau dargestellten nach den Höhenkurven der topographischen Karte verfolgbar, aber auch im ganzen Kartengebiete kehren sie in ähnlicher Höhe wieder. Sie bedecken weite Flächen, zwischen denen aber, teils über, teils noch unter den bezeichneten Höhen, echte Glaziallandschaft unverhüllt aufragt.

In dieser bildet die mit Geschiebemergel erfüllte Grundmoränenlandschaft weite, sanft wellige Flächen, deren tiefste geschlossene Senken mit Seen erfüllt sind. Nicht wenige dieser Grundmoränenseen sind im Laufe der letzten Jahrtausende verschwunden und erscheinen nun, mit Alluvialschichten (Torf, Wiesenkalk, Schlick und Sand) erfüllt, als ebene Flächen inmitten einer hügeligen Umgebung.

Über die Grundmoränenlandschaft ragen schmale, wellige Rücken als Endmoränen auf, die teils aus Aufschüttungen von Geschiebemergel, Kies und Geschieben, teils aus örtlichen Aufpressungen der unter der Grundmoräne verbreiteten älteren diluvialen Schichten oder der noch älteren Tertiärschichten bestehen. Die bemerkenswerteste dieser Moränen wurde südlich von Birnbaum, südöstlich vom Gorzyner See durch den Bau der Eisenbahn Birnbaum—Tirschtiegel—Bentschen durchschnitten. Sie ragt in den Proppers-Bergen bis 106 m auf und läßt sich von dort weit nach Westen, sowie nach Osten auf 154 m Meereshöhe bis zum Warthetale nördlich von Posen verfolgen, jenseits dessen sie sofort im Annaberg mit 142,7 m Meereshöhe wiedererscheint und bis Gnesen, Tremessen und weiterhin deutlich erkennbar bleibt. Wenngleich diese Endmoränen im allgemeinen ungefähr ostwestlich verlaufen, setzen sie sich doch aus nach Süden vorspringenden Bögen

[1]) Jentzsch, Geologische Übersichtskarte der Gegend von Scharnikau, in 1 : 100 000, mit Erläuterungen, herausgegeben von der K. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 1910.

zusammen, auf deren Nordseite, also in der »Zentralen Depression« Endmoränen-Stauseen entstehen konnten.

Auch Oser (Åsar) durchziehen als dammartig aufgesetzte, von Osgräben begleitete Kies- und Gerölle-Rücken (Wallberge) das Land. Der bekannteste Os unseres Gebietes ist derjenige, welcher sich auf Meßtischblatt Prittisch westlich vom Brieser See nach dem Nordrande des Scharziger Sees 6 km in fast genau nordsüdlicher Richtung erstreckt. Er ist durch WAHNSCHAFFE[1]) beschrieben, und erhebt sich im Trompetenberge (nahe östlich der Nordostecke unserer auf Taf. IV dargestellten Karte des Liebucher Sees) zu 99 m Meereshöhe, mithin 20 m über seine nähere Umgebung, 44 m über den Liebucher See. Auch südöstlich von Betsche und östlich von Schillen beobachtete derselbe osartige steile Rücken, die sich aus einem ebenen Sandgebiete erheben, und, wie die Oser, horizontal geschichtet sind. Ich selbst fand auf den Blättern Lewitz und Zembowo einen gleichfalls horizontal geschichteten Kiesrücken, der sich vom Dorfe Lewitz 3 km (und mehr) nach Nordosten erstreckt und aus einer Sandebene sich erhebt, also den Osern verwandt ist, wobei über deren Entstehung und Definition hier nicht geurteilt werden soll.

Ausstrudelungsseen (Evorsionsseen) sind in unserem Kartengebiete bisher nicht nachgewiesen.

Dagegen sind Faltenseen im Gebiete vorhanden. Tertiär tritt nämlich an zahlreichen Punkten zutage, ist an noch zahlreicheren Punkten erbohrt und bei Zirke und Meseritz durch Tiefbaue auf Braunkohlen erschlossen[2]). Die Beobachtungen ergeben, daß das Tertiär teils anstehend, teils in aufgeschobenen Schollen oft stark geneigte Schichten zeigt, deren Aufrichtung teilweise erst zur Diluvialzeit erfolgt ist. An mehreren Stellen wurde das Schichtenstreichen des Tertiärs als NW—SO erkannt. Und das

[1]) WAHNSCHAFFE, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Aufl., S. 204. Stuttgart 1909.

[2]) v. ROSENBERG-LIPINSKY, Die Verbreitung der Braunkohlenformation in der Provinz Posen. Jahrb. K. geolog. Landesanstalt f. 1890, S. 38—73, mit einem Kärtchen, und JENTZSCH, Die Braunkohlenformation in den Provinzen Posen, Westpreußen und Ostpreußen, mit Übersichtskarte, in Kleins Handbuch des Deutschen Braunkohlenbergbaus, Halle 1907. 2. Aufl. im Druck.

gleiche Streichen leuchtet auch durch die Diluvialdecke bis zur Oberfläche hindurch. Es hat wohl auch die Ausbildung mehrerer, jetzt mit Seen erfüllter Senken bedingt oder doch mit seiner Richtung Einzelheiten der Seengestaltung beeinflußt.

Einsturzseen sind im Gebiet nicht beobachtet. Daß solche über weggeschmolzenen Klötzen toten Eises sich ausgebildet haben, kann vielleicht in einzelnen Fällen zutreffen, ist aber bisher hier nicht nachgewiesen. Daß Einstürze durch tektonische Bewegungen oder infolge Auflösung von Salz usw. sich bis zur Oberfläche fortsetzten, ist wegen der großen Mächtigkeit der losen Schuttmassen für diese Gegend höchst unwahrscheinlich. Auch die tiefsten Stellen dieser Seen liegen noch höher als die tiefsten in der Provinz Posen erbohrten Diluvialschichten und erheblich höher als die tiefsten erbohrten Tone und Sande des Tertiärs.

Diese kurzen, allgemeinen Bemerkungen über die Entstehung der geloteten Seen mögen genügen. Wenn mit der Zeit die geologische Spezialaufnahme fortgeschritten sein wird, wird die Möglichkeit erwachsen, über die Entstehung der einzelnen Seen mehr zu bieten, als unbewiesene Hypothesen.

Letztere hier vorzuführen, wollen wir vermeiden.

4. Umgestaltung der Seen.

Erheblich mehr als über die erste Entstehung unserer Seen läßt sich über deren allmähliche Umgestaltung sagen. Die im vorliegenden Hefte veröffentlichten Karten bieten reichhaltige und m. E. überzeugende Beispiele für die Gesetze und Regeln der räumlichen Veränderungen der Binnenseen, insbesondere der norddeutschen, und damit Unterlagen für die Beurteilung der Gesetze, welche ich bald nach Beginn meiner Seenstudien an anderer Stelle dargelegt habe[1]). Jene Gesetze und Regeln erkannte ich an den in Heft II der Beiträge zur Seenkunde beschriebenen Seen der pommerschen Inseln Usedom und Wollin. Sie bewährten sich seit Jahren bei allen Seen, die ich in den preußischen Provinzen Ost-

[1]) Jentzsch, Über den Untergrund norddeutscher Binnenseen. Zeitschr. d. D. Geolog. Gesellsch. 54. Bd. 1902. Verhandlungen, S. 144—148 und Derselbe, Umgestaltende Vorgänge in Binnenseen. Ebenda, 57. Bd. 1905, S. 423—432.

preußen, Westpreußen, Posen, Brandenburg und Sachsen, sowie im südlichen, mittleren und nördlichen Schweden sah, ebenso an zahlreichen Seen verschiedener Länder, deren Bilder oder Tiefenkarten ich studierte; durch theoretische Erwägungen konnte ich sie immer weiter bestätigen und ausbauen. Folgende allgemeinen Ergebnisse meiner Studien sind auch auf unsere Posenschen Seen zu übertragen.

Ähnlich wie beim Meer kann man auch bei den Binnenseen Zonen unterscheiden, welche im allgemeinen durch die Wassertiefe und die Entfernung vom Ufer bedingt werden. In der Anordnung dieser Zonen findet sich manche Analogie mit denen der Meeresböden, nur daß alle Verhältnisse sehr viel kleiner sind. Den Binnenseen fehlt Ebbe und Flut, daher in der Uferzone die einem raschen und täglich wiederholten Wechsel der Wasserstände entsprechende tiefgreifende Wirkung der Wogen. Die für den Strand und die Küstenzone des Meeres bezeichnenden Untergrundsformen kehren daher an den Binnenseen nur in stark verkleinertem Maßstabe wieder. Dagegen besitzen unsere Binnenseen fast ringsum dichten Pflanzenwuchs, welcher das Ufer bekleidet, als Schilf, Rohr oder Binsen die flacheren Teile des Wassers bis zu 2 oder 3 m Tiefe erfüllt, und im nächstinnern Gürtel untergetauchte Pflanzen mit Schwimmblättern oder zeitweise auftauchenden Blütenständern (*Nymphaea*, *Nuphar*, *Potamogeton*, *Stratiotes*, *Myriophyllum*, *Ceratophyllum* usw.), im folgenden Gürtel dauernd untergetauchte Pflanzen (*Elodea*, *Chara*, Fadenalgen) als geschlossene Bestände enthält. Diese stellenweise recht dicht werdenden Pflanzenbestände liefern beim Absterben massenhafte Pflanzentrümmer, welche den Seeboden zwischen den Pflanzen und in der Nähe der Uferzone erhöhen. Die Pflanzen wirken während ihres Lebens chemisch auf die Abscheidung gewisser im Wasser gelösten Stoffe, insbesondere des Kalkcarbonats, und sowohl lebend wie nach ihrem Absterben mechanisch auf den Schutz des Ufers. Geschädigt werden die Uferbestände durch den Eisschub, welcher an flachen Stellen sie abschneidet, zumal dort, wo der im Frühjahr vorherrschende Wind das Eis hintreibt. Derselbe Eisschub bringt eben dorthin auch Steine, Kies und Sand und

bewirkt dadurch eine einseitige fortschreitende Umgestaltung der Ufer.

In jedem hinreichend großen und tiefen Binnensee finden wir in der Mitte eine offene Wasserfläche, deren Boden in den größeren Tiefen frei von höheren Pflanzen ist, die limnetische Region, während der flache, pflanzenreiche Rand als Schaar unterschieden wird. Beide sind durch ein Gehänge, den Schaarberg, getrennt. In der limnetischen Region beginnt schon in geringer Tiefe — bei norddeutschen Seen etwa 7 m bis etwa 25 m — die durch Mangel an freiem Sauerstoff ausgezeichnete Tiefenregion. Hier lagert sich der Tiefenschlamm ab aus den niederschwebenden Milliarden von Einzelzellen und abgestorbenen kleinsten Lebewesen tierischen und pflanzlichen Planktons, tierischen Exkrementen und zerfallendem Tier- oder Pflanzengewebe, vermischt mit vom Winde herübergewehtem Blütenstaub und mineralischem Staub aller Art. Wegen des Mangels an Sauerstoff unterliegen die organischen Stoffe der Fäulnis; und so bildet sich hier der Faulschlamm (Sapropel), der je nach dem Mengenverhältnis seiner Urbestandteile teils als kolloideale, im getrockneten Zustande mit starker Flamme brennende Masse von leberähnlichen Aussehen (Lebertorf des Volksmundes), teils als ein mit geringen Überbleibseln organischer Stoffe vermischter Kalkschlamm (Seekreide, Wiesenkalk) erscheint. In den ruhigsten, an Sauerstoff ärmsten Teilen der Tiefe scheidet sich Schwefeleisen ab als ein schwarzer Schlamm.

Wie die Winde das Eis des Sees nach gewissen Richtungen verschieben, so veranlassen sie auch im Wasser Strömungen, die wir als Driftströmungen bezeichnen. Diese verlaufen, da der See — im Gegensatz zum Meere — ein geschlossenes Wasserbecken ist, in geschlossener Linie, die das Bestreben zeigt, sich einem Kreise möglichst zu nähern. Diese Kreisströmungen setzen zunächst an der Wasseroberfläche ein, sind oberflächlich bei ihrem ersten Entstehen an der Gestaltung der gekräuselten und der glatten Wasserflächen kenntlich und dringen, wenn die Ursache fortdauert, zur Tiefe mehrerer Meter abwärts. Je nach der Lage der Punkte stärkster Windwirkung wird die Strömung rechtsläufig oder linksläufig. Und da die stärkste Windwirkung wegen der fest-

stehenden Gestaltung des Geländes und des bekannten Vorherrschens bestimmter Windrichtungen gewohnheitsmäßig oft an den gleichen Punkten einsetzt, so werden die Kreisströme längere Zeit gleiche Richtung behalten, also im gleichen Sinne nach rechts bezw. links gerichtet bleiben. Sie entwickeln dabei, wenn sie einige Tiefe erlangt haben, ein erhebliches Beharrungsvermögen, wie dies ZÖPPRITZ[1]) für die entsprechenden Meeresströmungen gezeigt hat. Die seit ZÖPPRITZ durch zahlreiche Forscher verbesserte mathematische Theorie der Meeresströmungen ist zwar noch immer nicht zum Abschluß gelangt, worüber die Zusammenstellung von KRÜMMEL[2]) eine gute Übersicht gewährt, hat aber an obigen Grundgedanken nichts zu ändern vermocht.

In Binnenseen wird der Wind dort, wo er genau senkrecht zur Uferlinie steht, ein Aufsteigen von Tiefenwasser unter dem Winde und ein Hinabdrücken von Oberflächenwasser am gegenüberliegenden Ufer herbeiführen. Da aber hierbei die aus der thermischen Verschiedenheit des spezifischen Gewichts entspringenden Widerstände zu überwinden sein würden, auch an dem allergrößten Teile des Seeufers der Wind in spitzem Winkel zu letzterem streicht, so folgt für die Kompensationsströmung eine nie ganz fehlende, meist aber überwiegend große seitliche (horizontale) Komponente, d. h. ein Kreislauf des Wassers, zunächst entlang der Uferlinien. Zeitlich aufeinander folgende Winde von sehr verschiedener, ja selbst von entgegengesetzter Richtung brauchen ihre Driftwirkungen keineswegs gegenseitig aufzuheben; sie können vielmehr letztere unter Umständen addieren, sobald sie nur gleichsinnige Kreisläufe veranlassen.

Diese Driftströmungen bewirken nun die Verschiebung von Sand und Schlamm an den Ufern und in der Nähe der Schaar, sowie die Ausgestaltung des Schaarberges. Indem sie den Sand zum Wandern bringen, umgeben sie den ganzen See nach und nach mit Sand. Sie bewirken damit

---

[1]) ZÖPPRITZ, in Annalen der Physik Bd. 3, 1878, S. 582 ff.

[2]) KRÜMMEL, Handbuch der Ozeanographie. Bd. II. Die Bewegungsformen des Meeres. Stuttgart 1911, S. 413—548.

1. Das Aufwachsen von Barren an den Stellen, wo das Ufer zu schmalen Buchten zurücktritt;
2. Das Aufwachsen und die allmähliche Verlängerung von Haken vor breiteren Buchten, bis
3. diese Haken die Bucht ganz oder nahezu abschießen, so daß der innere Teil der einstigen Bucht als ein gesonderter See neben dem größeren Hauptreste des ursprünglichen Gesamtsees erscheint: Buchtensee. Verlandete Inseln bilden das Gegenstück.
4. In vielen Seen, insbesondere in größeren Seen sowie in allen langgestreckten Seen, bestehen in räumlicher Nachbarschaft mehrere Kreisströmungen. Zwischen je zweien derselben schieben sich vom Ufer her in den See hinein Querhaken, deren Achse einen großen, oft ungefähr rechten Winkel mit den angrenzenden Teilen der Uferlinie bildet. Dabei geht letztere meist im Bogen in die Umrandnng des Hakens über, so daß dieser in den ersten Stufen seiner Ausbildung einen angenähert dreieckigen Grundriß annimmt.
5. Dem an einem Ufer entstehenden Querhaken strebt vom anderen Ufer her ein auderer entgegen (Gegenhaken), so daß ein Querhaken-Paar entsteht.
6. Allmählich verlängern sich die Haken und schließlich vereinigt sich das Querhaken-Paar zu einer Seebrücke.
7. Durch die Ausbildung von Seebrücken vollzieht der See eine Selbstteilung, die besonders bei langgestreckten Seen sehr auffällig hervortritt.
8. Durch wiederholte Selbstteilung eines langen Sees wird dieser zur Seenkette.
9. Bei Fortdauer des Wasserstandes verbreitert sich die Seebrücke durch Anlandung von Sand und Torf zu erheblichen, die Einzelseen trennenden flachen Landgebieten: Zwischenseeniederungen.
10. Bei Seen mit Abfluß bewirkt die Seebrücke im abgesperrten See-Teile ein Steigen des Wasserspiegels, welches solange andauert, bis der Höhenunterschied beider Seen groß genug ist, um das früher oberflächlich abfließende Wasser unter-

irdisch aus dem oberen See in den unteren sinken zu lassen: Selbststufung der Seen.

11. Ehe die Seebrücke sich völlig schließt, entwickelt sich zwischen den beiden entgegenstrebenden Haken eine Enge, welche, falls der See erheblichen Abfluß hat, bei zunehmender Verschmälerung tiefer werden kann: also Ausbildung eines See-Passes.
12. Bei der Selbststufung des Sees kann die trennende Niederung durch einen sich neubildenden Wasserlauf — Zwischenseebach oder Zwischenseefluß — durchbrochen werden.
13. Senkt sich der Wasserspiegel einer Seenkette, so kann die einst niedrige Seebrücke zum Talriegel werden, der als mehr oder minder steil geböschter Rücken das Seen-Tal durchquert, wie dies z. B. an der Kette der Grunewaldseen bei Berlin zu sehen ist.
14. Die Kreisströmungen des Sees haben selbstredend Einfluß auf die Verbreitung und Verteilung des Planktons, die Mischung des Tiefen- und Oberflächenwassers, die Ausbildung der thermischen Tiefenstufen und der thermischen Sprungschicht, und auf die Lebensverhältnisse der den See bewohnenden Pflanzen und Tiere, wie dies in einem späteren Hefte auseinandergesetzt und belegt werden soll.
15. Wo Kreisströmungen nicht zustandekommen oder wo sie von Längsströmungen überwältigt werden, können anstatt der üblichen Querhaken die selteneren Längshaken entstehen.
16. In gewissen Fällen wachsen inmitten langer Seen schmale lange Sandbänke auf, die nach Senkung des Seespiegels als schmale Längsrücken den See durchziehen oder aus dem dessen einstiges Becken erfüllenden Flachmoor in Oser-ähnlicher Gestalt und Beschaffenheit emporragen. Sie mögen »Seescheider« und in vertorfter Umgebung »Wiesen-Scheider« heißen.
17. Durch Verbreiterung oder Vertiefung des Abflusses kann der Wasserspiegel eines Sees gesenkt werden. Dann bezeichnen ebene Seenstufen dessen ehemalige Schaar; und nicht

selten sind noch die alten Schaarberge an Profil und Grundriß der Böschungen zu erkennen.

18. Ebenso kann und muß der Seespiegel steigen oder fallen, wenn das in der Grundgleichung (Seite 63) ausgedrückte Gleichgewicht durch klimatische oder geologische Änderungen gestört wird. War jenes Gleichgewicht erreicht, so erfolgt auch ohne klimatische Änderungen durch das unaufhaltsame Zuwachsen der Seeränder die Selbsterhöhung des Seespiegels, über welche im nächstfolgenden Aufsatze dieses Heftes kurz gehandelt werden soll.

19. Neben den durch uns erkannten, von Kreisströmungen hervorgerufenen Querhaken, Seebrücken und Selbstteilungen werden auch, wie längst allseitig bekannt[1]), anders gestaltete Haken und Seeteilungen durch die Deltas von Flüssen, Bächen und periodischen Regen- und Schneewasser-Rinnen erzeugt. Ebenso sind Inseln, Halbinseln und Querriegel in Seen in vielen Fällen nicht Erzeugnisse des Sees, sondern von Kräften, die unabhängig vom letzteren, vielfach vor dessen Entstehung, gewirkt haben. Sie gehören dann in unseren Gegenden zu den Gebilden der Grund- oder Endmoränen-Landschaft; ja, es ist in Einzelfällen sogar denkbar, daß Inseln Reste einer postglazialen Dünenlandschaft sein können. Endlich fehlen auch Kliffhaken den Ufern und Inseln der Binnenseen nicht[2]).

20. Die Tiefenlinien (Isobathen) aller Seen zeigen im innern (limnetischen) Teile des Sees verhältnismäßig einfache Gestaltung mit sanftem, bisweilen fast verschwindendem Einfallen: den Seeboden. In diesem sind die größesten Tiefen des Sees als Seeboden-Kessel eingesenkt. Viele, ja wohl alle größeren und mittleren Seen haben mehrere, oft weit ab von einander liegende Seeboden-Kessel. Diese können in

---

[1]) Vergl. z. B. Rudolf Credner, Die Deltas. Petermann's Mitteilungen, 56. Ergänzungsheft, Gotha 1878.

[2]) Über Kliffhaken vergl. Jentzsch, Geologie der Dünen, in Gerhardt's Handbuch des Deutschen Dünenbaus. Berlin 1900, S. 1—124, inbesondere S. 43 ff.

Einzelfällen vielleicht mit Einsturz[1]) oder glazialer Evorsion zusammenhängen. In der Mehrzahl der Fälle sind sie nur die durch die Ablagerungen der Seenränder eingeengten Reste einstiger ausgedehnterer Seentiefen. Dies gilt am deutlichsten bei den in sandigen Talstufen eingesprengten Seen, da bei diesen nach ihrer Abgliederung kein nordisches Landeis (»Inlandeis«) mehr gestaltend zu wirken vermochte. In solchen klar liegenden Fällen mag man sie Restkessel nennen.

21. Manche Seen sind nichts als ehemalige, bei der natürlichen oder künstlichen Senkung einer Wasserfläche übrig gebliebene Restkessel. Sie mögen Restkesselseen heißen, welche eine Unterart des allgemeinen Begriffes »Restseen« bedeuten.

Im Folgenden wollen wir, nach den Nummern unserer Tafeln geordnet, kurz die einzelnen geloteten Seen und deren Umgebung besprechen, wodurch sich anschauliche Beispiele für die von uns aufgezählten Arten von Umgestaltung der Seen ergeben werden.

5. Die einzelnen Seen.

a) Tscheischt- und Höllengrund-See. Taf. III.

Beide Seen gehören zum Kreise Meseritz. Der Tscheischt-See ist 41,8 ha groß, 40,3 m hoch, 19,0 m tief und reicht demnach hinab bis + 21,3 m N. N.; der Höllengrund-See ist 83,5 ha groß, 40,6 m hoch, 15,25 m tief und reicht hinab bis + 25.35 m N. N.

Der Tscheicht-See bei Blesen liegt nahe dem Westrande einer den Obra-Fluß begleitenden Sandstufe, die etwa 55 m Meereshöhe hält und am Ostfuße einer diluvialen Höhenplatte, welche weiterhin, zwischen dem See und dem Westrande des Übersichtskärtchens (Taf. II) von Endmoränen durchzogen wird. Darum ist sein Westufer etwa 15 m hoch, steil und von drei kurzen, steilen Schluchten zerrissen, sein Ostufer aber weit sanfter aufsteigend.

---

[1]) Z. B. die Löcher im Boden des ehemaligen Salzigen Sees bei Eisleben, Provinz Sachsen.

Die südliche Bucht ist flach, mit Schilf bestanden und durchschnittlich nur 6—7 m tief. In der Mitte fällt er allmählich nach N. ab, wo im NO. eine 15 m tiefe Mulde liegt, die sich bis auf 19 m senkt.

Der Bodenkessel ist einfach und hat seinen Tiefpunkt etwa im nördlichen Fünftel der Seelänge. Die Karte läßt weder Haken noch niedere Verlandungen erkennen. Da letztere bei unverändertem Wasserstand in jedem See sich ausbilden, müssen wir annehmen, daß der Seespiegel in den letzten Menschenaltern gestiegen sei, wodurch Haken und niedere Verlandungen unter Wasser gesetzt wurden. Längere Querhaken konnten wegen der Tiefe des Sees sich nicht entwickeln. Kleine, in der Karte nicht zum Ausdruck gelangende Querhaken mögen in der Begrenzung der Schaar und des Schilfrandes wohl nicht ganz fehlen. Beeinträchtigt wird die Ausbildung von Querhaken durch das hohe West- und Südwestufer, welches die zunächst angrenzenden Wasserstreifen vor den bei uns vorherrschenden Winden schützt.

Der Tscheischt-See liegt 2,9 m höher, als der benachbarte, nur 200 m entfernte Hinter-See. Es erscheint demnach nicht ausgeschlossen, daß er, obwohl ohne sichtbaren Abfluß, doch durch das Grundwasser einen unterirdischen Abfluß nach Norden hat oder früher gehabt hat.

Über das Wort »früher« vergleiche den nächstfolgenden Absatz.

Der Höllengrund-See bei Weißensee, dessen Lotungsergebnisse Taf. IX in dem größeren Maßstabe 1 : 10000 zeigt, ist vom Tscheischt-See durch einen nur 120 m breiten, etwa 13 m hohen Rücken getrennt. Er hat minder steile Ufer; doch tritt die 15 m hohe Platte, welche den Tscheischt-See im Westen begrenzt, auch an den Höllengrund-See recht nahe, wenngleich mit sanfterem Abfall heran.

Er hat in der SO.-Ecke Zufluß durch den Luckmann-Graben und in der NO.-Ecke Abfluß durch das Heidemühlen-Fließ zur Obra.

An der Nordseite sind mehrere, in den See weit hineinragende Schilfhalbinseln an flachen, höchstens 2 m tiefen Stellen. Auch am Einflusse des Luckmanngrabens und an der Verbindungsstelle der beiden Becken steht viel Schilf. Die 5 m-Isobathe ist vom Ufer 30, höchstens 50 m entfernt. Zwischen den Tiefen von 5 und 10 m ist häufig ein steilerer Absturz, der beim Befahren dem Auge durch das plötzlichere Dunklerwerden des Wassers sichtbar wird.

Dies ist der Scharberg. Der See zeigt mehrere verlandete Buchten, ist also, wie auch das Abflußtal zeigt, jetzt nicht in der Erhöhung begriffen, sondern ungefähr stationär. Er enthält am Nordrande eine verlandete Insel, von welcher zwei Haken nach Süden bezw. Südosten vorrücken. Jedem dieser Haken strebt vom Südufer her je ein Gegenhaken zu, so daß hier zwei Querhakenpaare entstehen. Das östlichere derselben ist bereits soweit vorgeschritten, daß in der 5 m-Tiefe schon eine künftige Seebrücke erkennbar wird, über welcher das Wasser nirgends höher als 4,75 m steht.

Wir sehen demnach hier eine Selbstteilung des Sees vorbereitet, die schon jetzt dazu geführt hat, daß der Seeboden zwei getrennte Seeboden-Kessel hat.

Auch das westlichere der genannten Hakenpaare ist bereits bis zur 5 m-Tiefe vorgedrungen, und wird dort später einen kleineren, mittleren Seebodenkessel abschnüren.

In den großen, westlichen Seebodenkessel dringt von Süden her beim Gute Weißensee ein Querhaken ein, der in dem Schilfvorsprunge des Nordufers seinen Gegenhaken findet. So läßt uns die Karte des Höllengrund-Sees ein Zukunftsbild schauen. Wir sehen, wo künftig drei Seebrücken den See in vier Teilseen zerlegen werden. Der östlichste dieser Teilseen wird, weil durchflossen, seine jetzige Wasserstandshöhe beibehalten, bis die fortschreitende Verlandung ihn nahezu ausgefüllt haben wird. Die drei östlicheren Teilseen werden, sobald die Seebrücken geschlossen sind, ihren Wasserspiegel um ein Geringes erhöhen und durch die Seebrücken unterirdisch, vielleicht auch in offenen Gräben, nach Osten abwässern. Weitere Haken, deren Anfänge auf der Karte erkennbar sind, werden zu weiteren Selbstteilungen führen. Der »Teich« bei Weißensee hat Abfluß nach dem Höllengrund-See und ist eine durch Verlandung abgeschnürte Bucht desselben.

Bemerkenswert sind der Vorder-See und Hinter-See nördlich vom Tscheischt-See und nahe dem kleinen Städtchen Blesen. Beide sind sichtlich Teilstücke eines einzigen Sees, der durch ein auf der Karte handgreiflich erscheinendes Hakenpaar soweit zerschnitten worden ist, daß der schmale Seepaß durch

einen Steg überbrückt werden konnte. Der Abfluß des Vorder-Sees zur Obra ist nur 1 km lang und verläuft durch flache Wiesen, also Jung-Alluvium. So müssen beide Seen annähernd stationär sein, wie auch die sie umgebenden Alluvionen andeuten. Immerhin ist die Einseitigkeit unverkennbar, mit welcher hierbei wie anderwärts die Anlandungen gewisse Teile der Seeränder bevorzugen.

Fast in der Mitte unseres Kärtchens liegt beim Heidevorwerk das Woyt-Seechen, welches, wie die umgebende Niederung (vermutlich Erlenflachmoor?) anzeigt, einst etwa dreifache Größe besessen hat.

Überblickt man den Verlauf der Höhenlinien und die zwischen diesem Seechen einerseits, dem Tscheicht- und Höllengrund-See andererseits eingesprengten kleinen, jetzt mit Moor erfüllten Kessel, so gewinnt man den Eindruck, daß sie alle zusammengehören und wahrscheinlich Restkessel eines einzigen, dereinst zu fast 55 m Meereshöhe gespannten größeren Sees seien, welcher über die Ränder unseres Kärtchens hinausgereicht habe. Selbstredend bedarf diese vorläufige Vermutung noch der Bestätigung durch geognostische Beobachtungen.

b) Bobelwitzer See. Taf. III.

Die Kreisstadt Meseritz liegt inmitten eines zugeschütteten und eingeebneten Stausees, der als Meseritzer Stausee zu bezeichnen ist. Am Ostrande wird derselbe durch niedere, sandige Hügel begrenzt, durch welche der Bobelwitzer See von der nur 300 m entfernten Sohle des Meseritzer Beckens getrennt wird. Das Meseritzer Becken wird im Südwesten durch eine breite Endmoränenlandschaft abgesperrt, welche 7 km südwestlich von Meseritz in den Russenbergen bei Kainscht 138 m Meereshöhe, und 4,3 km weiter südlich an der Provinzialgrenze zwischen Kalau (Kreis Meseritz) und Burschen (Märkischer Kreis Oststernberg) 143 m Meereshöhe erreicht. Es ist eine mit Blöcken, Geschiebemergel und anderen Diluvialmassen überschüttete Staumoräne, als deren Kern das Tertiär, und zwar miocäne Braunkohlenformation an vielen Stellen nachgewiesen ist. Die 5—7 m mächtige

Braunkohle wird bei Niptern und Kainscht abgebaut. Sie liegt auf Quarzsand, ist unter Tage auf mehr als 1400 m ostwestlicher Länge durchfahren und bildet einen Sattel, dessen Flügel 20—45^0 nach Nord bezw. 15—40^0 nach Süd fallen. An der höchsten Stelle des Sattels wird das Braunkohlenflöz nur durch 7 m Diluvium bedeckt und erreicht dort etwas über 100 m Meereshöhe. Andererseits ist das Flöz bis 62 m unter Tage verfolgt. Im Südflügel keilt das Flöz sich in der Tiefe aus, so daß südlich von Kainscht, westlich vom Schacht der Grube Gutglück ein Bohrloch II das Liegende der Kohle, nämlich wasserführenden Quarzsand, unmittelbar unter Geschiebemergel bei 92 m Tiefe unter der Oberfläche, mithin bei + 40 m über dem Meeresspiegel antraf.

Innerhalb dieses Endmoränenbogens zieht sich, durch ein entsprechend geschwungenes, den Staaken-See enthaltendes Seental davon getrennt, ein etwas niedrigerer, endmoränenartig gestalteter Hügelrücken nördlich und östlich von Kainscht und Nipter dahin, erreicht von Nipter in den Königsbergen 86,1 m, sowie nördlich von Nipter und nordöstlich von Kainscht 80,6 m Meereshöhe und schwenkt dort nach Norden, um westlich der Stadt Meseritz noch 73,2 m Meereshöhe zu behalten. Dann wird er in sanfter Stufung mit nur 47 m Meereshöhe von der Obra durchbrochen, um nördlich dieses Flusses in dem 76,9 m hohen »Schanzenberge« fortzusetzen. Letzterer ist durch die von dem verstorbenen Oberlehrer KADE gesammelten tertiären und sonstigen Geschiebe und losen Versteinerungen in der älteren geologischen Literatur bekannt geworden [1]).

[1]) G. KADE, Die losen Versteinerungen des Schanzenberges bei Meseritz; ein Beitrag zur geologischen Kenntnis der südbaltischen Ebene. Programm des Kgl. Gymnasiums zu Meseritz, 1852, 4^0, S. 1—35. (Referat im N. Jahrb. f. Mineralogie 1853, S. 607.)

Ders., Übersicht der versteinerungsführenden Geschiebe aus der Gegend von Meseritz. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg IX, 1855, S. 80—94.

Ders., Über Geschiebe der norddeutschen Ebene. N. Jahrb. f. Mineralogie 1858, S. 451.

Ders., Übersicht der obertertiären Versteinerungen im Sande des Schanzenberges bei Meseritz. Ebenda 1852, S. 460.

Ders., Über Tertiärgeschiebe aus der Gegend von Meseritz. Zeitschr. d. D. geol. Ges. VIII, 1856, S. 327. Nach dem auf dem evangelischen Kirchhofe zu Meseritz befindlichen Grabstein ist GUSTAV KADE, Oberlehrer, geboren am 6. Aug. 1812, gestorben am 25. Jan. 1860.

Der geognostische Aufbau dieses inneren Bogens spricht jedoch nicht für Endmoräne, sondern für eine am Eisrande abgelagerte Terrasse. Denn ich fand ihn überall, wo ich ihn durchwanderte, als Geschiebesand entwickelt, der auf geschichteten Bildungen ruht. Als sein Liegendes sah ich geschichteten, kiesstreifigen Sand mit abgerollten, mithin durch Wasser herbeigeführten Geschieben oder geschiebefreien Sand, Mergelsand und Tonmergel, die miteinander oder jedes in sich etwa horizontal geschichtet sind, aber kleine Verwerfungen (richtiger »Verdrückungen«) bis 20 cm Sprunghöhe aufweisen.

Der fast 6 km im Durchmesser haltende Boden des Meseritzer Beckens erscheint fast eben, da seine Oberfläche zwischen den engen Grenzen von 50—53 m Meereshöhe schwankt. Das Becken wird in der Tiefe von rund 3 m, nämlich bei 47—48 m Meereshöhe, durch den Obrafluß durchschnitten. Dieser hat also sein Bett und sein schmales, 70 bis höchstens 400 m breites Flußtal mehrere Meter tief in den vorher zugeschütteten und eingeebneten Eis-Stausee eingenagt. In der Übergangszeit muß die Obra den ganz flach gewordenen See durchströmt und in diesem ihr Wasser und ihren Sand und Schlamm, zumal bei Hochwässern, ausgebreitet haben.

Vorher aber hat der Meseritzer Stausee eine erhebliche Tiefe gehabt. Denn aus 4 Brunnenbohrungen der Provinzial-Irrenanstalt Obrawalde (1 km nordwestlich der NW.-Ecke unseres Kärtchens, halbwegs zwischen Meseritz und Bobelwitz, dicht südlich des Weges von Meseritz nach Solben) wissen wir, daß unter den ebenen, sandigen, zwischen 52 und 53 m Meereshöhe gelegenen Boden des Meseritzer Beckens in 92,4, 93,5, 105,1 und 95,0 m Tiefe, d. h. bis —53 m unter dem Meeresspiegel nur diluviale Schichten durchsunken wurden, während in der Moräne Tertiär reichlich 100 m über den Meeresspiegel aufragt. Es ist also entweder ein zeitweise tiefer See gewesen oder es ist ein unter den heutigen Meeresspiegel hinabreichender See allmählich soweit emporgewachsen, daß seine Ausfüllungsmassen eine Mächtigkeit von mehr als 105 m erlangen konnten. Welche der beiden Möglichkeiten vorliegt, müssen die Bohrprofile ergeben. Dieselben sind durch

den Landesbauinspektor FREYSTEDT in Posen[1]) beschrieben, auf einer Tafel abgebildet und geologisch gedeutet worden.

Schon vorher hatte Dr. G. MAAS[2]) Proben zweier 45,2 bezw. 40,3 m tiefer Brunnen derselben Irrenanstalt untersucht; und endlich hat Verfasser die umfangreichen Reihen der an die Geologischen Landesanstalt eingesandten Bohrproben untersucht, wonach sich ein Profil ergibt, dessen bemerkenswerteste Eigenart darin besteht, daß eine kalkarme, vivianithaltige Schicht bei etwa 11—13 m Tiefe in mehreren Profilen durchbohrt wurde und diese sowohl im Hangenden wie im tieferen Liegenden beides, Geschiebemergel (also Grundmoräne) und Bänderton (also Absatz eines Stausees) erkennen läßt.

Die Auffüllung des Meseritzer Stausees ist vorwiegend durch geschichtete Absätze des Wassers erfolgt: Kies, Sand, Mergelsand und Tonmergel. Letzterer ist dünngeschichtet als Bänderton entwickelt. Es liegt nahe, sein hiesiges Auftreten zu vergleichen mit dem des schwedischen Bändertones, welcher in Schweden als Glaciallera oder Hvarfviglera bezeichnet wird. Wie dieser in bestimmten, theoretisch wichtigen Beziehungen zu den schwedischen Glazial- und Fluvioglazialbildungen steht, so wird man auch hier analoge Beziehungen vermuten, nur daß in Posen ein Eisstausee die Stelle des schwedischen Eismeeres vertrat. Man hat den Bänderton hier, wie in Schweden, als den Absatz eines kalten, von trüben Gletscher-Schmelzwässern gespeisten, aber ziemlich ruhigen Wassers zu betrachten, welches mit den Jahreszeiten wechselnde Mengen schlammiger Trübung empfing.

Für ein annähernd geschlossenes Becken, wie es das Meseritzer wohl war, bedeutet ein solcher Wechsel der Zuflußmengen zugleich einen mit der Jahreszeit erheblich wechselnden Wasserstand.

Während die Trübung sich über den ganzen See annähernd gleichmäßig ausbreitete und als eine Jahreslage von Tonmergel

---

[1]) FREYSTEDT, Die Tiefbohrungen von Obrawalde. Zeitschr. d. Naturwissenschaftl. Vereins in Posen. XV. Jahrg., 3. u. 4. Heft, 1908, S. 100—109.

[2]) MAAS in: KEILHACK, Ergebnisse von Bohrungen. III. Jahrb. d. geolog. Landesanst. f. 1905, S. 614—615.

den Boden überkleidete, konnten kräftige Zuflüsse kalten Wassers tief unter dem Seespiegel Rinnen auswaschen (wie z. B. im Bodensee) und es konnten Sand und Kies sowohl in flachem, wie gelegentlich auch in tieferem Wasser abgelagert werden.

Immerhin deutet der Umstand, daß Tone mehrfach mit Sand, Kies und Geröllen wechseln, darauf hin, daß der Wasserstand, abgesehen von der, durch die Bänderung des Tones ausgedrückten jährlichen Periode, recht erheblich in längeren Zeiträumen geschwankt habe. Diese säkularen ±-Schwankungen müssen wohl auf Erschwerung und Erleichterung des Abflusses zurückgeführt werden. Man kann sich denken, daß der See unter dem Eise (wie der jetzige Märjelen-See unter dem Großen Aletschgletscher) zeitweise abfloß, um nach dem Niedersetzen der Eisbarre wieder anzuschwellen; es kann aber auch durch Aufpressungen, Erdrutsche, fluvioglaziale Aufschüttung oder Vorrücken einer Eiszunge zeitweise der Abfluß versperrt worden sein, bis das dadurch veranlaßte Steigen des Wasserspiegels die Sperre durchbrach. Nach Ablagerung der obersten Schicht des Bändertones muß wohl bald der See entleert worden sein, weil dieser Ton noch vielorts zutage tritt. Dies ist namentlich in dem tiefsten Teile des Seebodens der Fall, in welchem sich der heutige Oberlauf ausgebildet und eingefressen hat. Hier steht der Ton in und bei der Stadt Meseritz, westwärts bis Georgsdorf, ostwärts bis in der Nähe von Solben an und wird dort in mehreren Ziegeleien abgebaut. In Minkes Ziegelei sieht man groben Diluvialsand unter 1—3 m Tonmergel, dessen oberster Meter mit kleinen Kalkkonkretionen (Kalkpuppen) erfüllt ist. In den unteren Teilen des Tones fehlen diese. Gumperts Ziegelei baut den gleichen Ton und auch am Obraufer steht er mehrfach an. Darauf legen sich dünne Schichten eines Sandes, welche sowohl inmitten des Meseritzer Beckens, wie an dessen Rändern bis Kainscht und nördlich von Kupfermühle als Decke des Bändertones beobachtet wurden.

Auch die oberste, jüngste Bank des Bändertones ist noch der Gletscherzeit zuzurechnen. Sie wechsellagert noch (wie fast aller Bänderton) stellenweise mit Geschiebemergel, also mit Grund-

moräne. Die Einlagerungen der letzteren sind jedoch von geringer Mächtigkeit. Dieser Wechsel war wohl eine Folge der Wechsel des Wasserstandes. Wenn der Stausee einen Teil seines Wassers entleert, so muß ein bis dahin schwimmend gewesener Eisrand sich niedersetzen und örtlich Grundmoräne ablagern. Umgekehrt wird, wenn der Wasserspiegel anschwillt, der Überdruck und die Reibung des Landeises verringert, so daß dessen Rand sich als Zunge vorwärts schieben kann.

Um so bemerkenswerter ist es, daß bei etwa 11 m Tiefe eine Schicht lagert, welche die Spuren einstigen organischen Lebens in sich trägt. Bereits MAAS bezeichnete sie als fragliches Interglazial und auch ich fand ihre Merkmale in anderen Bohrprofilen wieder: Einen entkalkten, mit Punkten von Blaueisenerde (erdigem Vivianit, also einem Eisenphosphat) durchsäten Ton. In Absätzen des Wassers bedeutet die Anhäufung von Phosphor stets die einstige Anwesenheit tierischer oder pflanzlicher Reste, d. h. von Knochen oder faulenden Eiweißstoffen. Letzteres ist hier im Meseritzer Becken der Fall gewesen.

Immerhin liegt hier kein eigentliches Interglazial vor. Der Stausee und damit jene Schicht ist jünger als die bei Kainscht, Nipter usw. aufragende Endmoräne, welche der jüngsten Vereisung dieser Gegend zuzuschreiben ist. So beweist jener Vivianit nebst den mikroskopisch in jener Schicht gefundenen Organismenresten lediglich, daß, nachdem bereits organisches Leben im Meseritzer Stausee sich eingefunden hatte, über letzteren nochmals das Eis, vermutlich infolge Erhöhung des Wasserspiegels, vorübergehend vordrang, wie ja auch die in den verschiedensten Provinzen (Ostpreußen bei Friedland, Westpreußen bei Marienburg, Mark Brandenburg bei Herzfelde usw.) vom Verfasser beobachtete Wechsellagerung zwischen Ton- und Geschiebemergel auf solche Vorgänge hinweist. Auch in der Provinz Posen deuten die zwischen Posen und Schwersenz beobachteten Verhältnisse, insbesondere der vom Verfasser als solcher erkannte diluviale, schneckenführende diluviale Binnenseeschlamm und Torf, der im Schillang dicht bei der Stadt Posen von Kies, Sand und Geschiebemergel überlagert wurde, auf ein solches örtliches Vorrücken des Eisrandes über den See, ohne daß

deshalb zwei verschiedene Vereisungen Norddeutschlands daraus abzuleiten wären.

Eine am Krankenhaus Meseritz ausgeführte Brunnenbohrung hat Diluvialschichten sogar bis zu 160 m Tiefe ergeben.

Zwischen dem ebenen Boden des Meseritzer Beckens und dem dieses umgebenden moränenähnlichen Geschiebesandwalle haben sich Dünen angesiedelt, z. B. beim Vorwerk zu Schloß Meseritz.

Jener Wall umrandet das Becken auch im Osten und trennt es hier vom Bobelwitzer See.

Der Bobelwitzer See liegt 4 km östlich von Meseritz. Er wird im Westen und Süden von Geschiebesand umgeben und setzt sich nach SO. als Torfwiese (Flachmoortorf) fort.

Die Beschaffenheit seiner östlichen Nachbarschaft ist mir unbekannt. An seinem Nordrande liegt eine Ziegelei, deren Grube 3 m geschichteten Tonmergel, also Bänderton abbaut. Auch dieser See liegt mithin im Gebiete eines jungglazialen Stausees. Unter dem Ton sah ich an einer Stelle 1,2 m feinkiesigen Diluvialsand. Die Schichten des Tones liegen horizontal, zeigen jedoch Verdrückungen von 0,2 m Sprunghöhe. Freystedt, der zwei Bilder der Grubenwand gibt[1]), berichtet darüber: »Der feinsandige, magere Bänderton mit vereinzelten fetten Schichten wird zum Betrieb der Gutsziegelei abgebaut. Hier hat eine Aufpressung der Schichten stattgefunden, die sich in Schrägstellung der Bänke, intensiver Faltung der Schichten und zahlreichen Verwerfungen zu erkennen gibt. Zwischen den oberen feinblätterigen, gelbgrauen, mergeligen Bändertonen und den unteren liegt eine Sandschicht mit einer Lage Kies in ihrem oberen Teil. Die untere Bändertonbank wird von feinem, schluffartigem Sand unterteuft, der an dem etwa 7 m tiefer liegenden Bobelwitzer See die Ufer bildet.«

Der Bodenkessel des Sees ist bei 10 m Tiefe ungeteilt, dringt aber weder in den NO.-Zipfel noch in den SO.-Zipfel des Sees ein. Er entspricht somit dem Streben auf Abrundung. Ein paar kurze Querhaken sind am Ufer erkennbar, dringen aber nicht bis

[1]) Freystedt, a. a. O. S. 106—107.

zur 10 m-Linie vor. Immerhin sind im Bodenkessel bereits Anfänge einer künftigen Dreiteilung vorhanden.

Die südliche und die nördliche Bucht ist am Ufer mit Schilf bestanden und durchschnittlich 7—8 m tief. Die 5 m-Isobathe ist hier vom Ufer 40 m entfernt, während sie sich im Osten und Westen dem Ufer bis auf 20 m, oft 10 m nähert. Die 10 m-Isobathe gibt, von den beiden genannten Buchten abgesehen, die Form des Sees wieder, ist vom Ufer meist 40 m entfernt. In der Mitte ist eine flache Mulde, die im Norden zweimal, im Süden nur einmal auf $14^{1}/_{4}$ und 13 m sich vertieft.

c) Schwarzer, Langer und Röst-See bei Reinzig.
Taf. III und IX.

Es sind kleine, an sich wenig bemerkenswerte Seen am Rande der Königlichen Forst Brätz. Als Landschaftsformen treten der 87,2 m hohe Schwarze See-Berg hervor, der sich 33 m über genannten See erhebt, sowie der »Lange Berg«, welcher als schmaler Rücken unser Kärtchen von NW. nach SO. durchzieht. Letzterer trennt den Langen See vom Schwarzen See, dessen

Ufer steil abfallen; die 5 m-Isobathe liegt 20—30 m vom Ufer; in der Mitte ist er 9 m tief.

Der Lange See ist stark verwachsen, moorig und nur bis 2 m tief.

In der Nachbarschaft dieser Seen zeigt unser Kärtchen eine Anzahl Niederungen, welche sichtlich vertorften Seen entsprechen und, mit den jetzigen Seen vereint, das Bild der einstigen Seenlandschaft vervollständigen. Besonders deutlich zeigt sich auf dem Kärtchen die ehemalige Seenatur des westlich vom Langen Berge, südöstlich vom Schwarzen See sich verbreitenden Moores. Es hat in der NW.-Ecke eine kleine, durch ein Hakenpaar abgeschnürte Bucht und am gegenüber liegenden Ufer einen Haken.

d) Liebucher, Schwarzer, Weißer und Staluner See.
Taf. IV.

Diese Seengruppe liegt in den Kreisen Schwerin und Meseritz.

Der Schwarze See ist deutlich der Rest einer abgeschnürten Bucht des Liebucher Sees. Bemerkenswert ist die Einseitigkeit der Verlandung, welche nach Ausbildung eines durch 3 niedere Rücken angedeuteten Seescheiders nur den nordöstlich des letzteren gelegenen Teil zum Flachmoor werden ließ, die südwestliche Längshälfte aber als 8 m tiefen See erhielt.

Der Weiße See war wohl einst die südöstliche Fortsetzung der gleichen Bucht, ist aber nun durch eine Seebrücke abgetrennt, deren Dasein auf früher etwas höhere Lage des Wasserspiegels deutet.

Wir erinnern an den Wierzebaumer Os, welcher östlich der Kartengrenze, kaum 1 km entfernt, in N-S-Richtung als auffallender Wallberg verläuft.

Im Liebucher See finden wir 2 getrennte Seeboden-Kessel: einen westlichen von 14 m Tiefe und einen größeren östlichen von 34 m Tiefe; ferner eine Insel.

Querhaken treten im jetzigen See auf der Karte nicht deutlich hervor; wohl aber in den Isohypsen, welche einem früheren höheren Wasserstande entsprechen, insbesondere am Südrande zwischen den beiden Bodenkesseln.

Im ganzen südöstlichen Teile des Sees steht viel Schilf. Die nördliche, schilfreiche Bucht ist 3—4 m tief. Hervorzuheben ist noch, daß an der Nordspitze der Insel dicht unter der Oberfläche ein 2 m langer und $1^1/_2$ m breiter Stein liegt und viele kleine Geschiebe am NO-Ufer und am Rande der südlichen steilen Halbinsel das Ufer bedecken. Das kleinere westliche Becken des Sees ist von dem großen durch eine 500 m lange, nur 2—4 m tiefe, am Rande mit Schilf bestandene Stelle getrennt. Am Westrande steht viel Schilf.

Also auch dieser See zeigt in seiner Hauptfläche die deutlichen Anfänge einer Zweiteilung.

Der Staluner See und ein paar verlandete Seen ordnen sich zu 2 oder mehr langen Senken, welche von NW nach SO, also parallel dem den Schwarzen und Weißen See umschließenden Seentale verlaufen.

c) Rybojadeler, Tiefer, Pfarr- oder Propstei-, Großer und Konnin-See im Kreise Meseritz. Taf. V und IX.

Alle diese Seen bilden mit mehreren benachbarten eine Gruppe: Es sind Reste eines einzigen, früher wohl 12 m, vielleicht sogar 21 m höheren und viel größeren Sees, der durch die Ausbildung des Obra-Abflusses auf seinen heutigen Stand gesenkt wurde.

Jetzt durchfließt die Obra den Großen See, mit welchem der Konnin-See und der Rybojadeler See in breiter offener Verbindung stehen. Der Tiefe See und Pfarrsee sind die durch eine See-

brücke getrennten Teilstücke einer abgeschnürten Bucht des Großen Sees, nach welchem sie durch einen nur 130 m langen Zwischenseebach abwässern, der eine Selbststufung um 0,1 m Höhe veranlaßt. Der Seepaß zwischen Tiefem und Pfarrsee ist im Begriffe, sich zu schließen, um durch einen anderen Zwischenseebach durchfurcht zu werden.

So wird der Tiefe See sich allmählich wieder höher spannen, während der Große, Rybojadeler und Konnin-See ihren heutigen mittleren Wasserstand noch lange bewahren werden.

Die den Sinkstoffen der Obra erreichbaren Teile dieser Seen sind nur 3 m tief. Etwas größere Tiefen erhielten sich dort, wo die Zufuhr von Obrawasser unvollkommen oder ganz ausgeschlossen war:

3,3—3,4 m im entlegensten Teile des Rybojadeler Sees
3,9 » » » » » Konnin-Sees
6,8 » » Pfarrsee
17 » » Tiefensee.

Dies bestätigt ziffermäßig die von Hause aus bestehende Vermutung, daß alle diese Seen ursprünglich tiefer waren und durch Sand und Sinkstoffe verflacht wurden. Viele Buchten und ein paar Inseln sind verlandet; Spuren von Haken fehlen nicht, doch wird ihre Entwicklung wohl hintangehalten durch die Strömung, welche im Laufe der Zeiten den Großen See zuschütten und dann in der darin aufgewachsenen Niederung einen gewöhnlichen Flußlauf einschneiden wird, wie dies durch dieselbe Obra schon früher im Meseritzer Becken erfolgt ist.

Östlich vom Konnin-See liegt bis zur Eisenbahn Tirschtiegel-Birnbaum ein hügeliges, in der Tiefe horizontal geschichtetes Sandgelände mit schwacher Geschiebeführung, und darin, nur 300 m südöstlich des Konnin-Sees, der Juden-See, welcher zur selben Seengruppe gehört. Zerstreut in diesem Sandgelände liegen vertorfte Seen, deren Moore sich allmählich entgegenwachsen, bis dann, durch künstlich gezogene Gräben beschleunigt, allmählich ein Abwässerungsnetz das einstige Wirrsal der Niederungen verbinden und darin Flußläufe ausbilden wird.

Die große Halbinsel, welche den Konnin-See vom Großen See trennt, mag wohl ein bei 12 m höherem Wasserstand erwachsener Querhaken sein.

Im Großen See liegt eine kleine Insel im S., eine im N. nahe am Ufer; ferner sind in ihm 2 größere Stellen in der Mitte mit Schilf bewachsen, auch steht am Ufer, besonders im O., viel Schilf. Dieses wird in so großen Mengen gewonnen, daß auf Schloß Tirschtiegel eine Rohrgewebefabrik eingerichtet worden ist. Das Westufer ist flach, mit breiten Wiesen bedeckt, die bis an die 66 m hohen Sandhöhen reichen.

f) Gorzyner See. Taf. VI und IX.

Der Gorzyner See liegt im Kreise Birnbaum, 3—4 km südlich der Kreisstadt, 4—5 km südlich des Warthe-Flusses. Die O.-W. verlaufenden Endmoränen, deren Kamm etwa 4 km südlich des Sees verläuft und Höhen von 104—119 m Meereshöhe aufweist, sind von einem schmalen N.-S.-Tälchen durchbrochen, welches aus den jenseits der Moränen, also südlich der letzteren gelegenen, 71—74 m hohen kleinen Seen bei Lewin Wasser zu dem 29 m tieferen Wasserspiegel des Gorzyner Sees entsendet. Mehrere Mühlen nutzen das Gefälle aus. Unsere Seen fließen nach N.-W. ab und zwar zunächst durch einen künstlichen Durchstich, dann durch ein Seental, welches mit einem unbenannten See beginnt und weiterhin den Dorfsee, den Gr. Tuczen-See[1]) und den Muchociner Mühlenteich enthält. Weiterhin zieht der Bach, sichtlich parallel der Warthe, noch 2,3 km nach NW., durch Talsand des Warthetales vom Flusse weggedrängt, wie dies bei Mündungen von Nebenflüssen in Strömen gesetzmäßig stattfindet allgemein bekannt ist. Der Talsandrücken zwischen Warthe und Bach hat 54 m Meereshöhe, also fast 10 m mehr als der jetzige Spiegel des Gorzyner Sees, läuft von Muchocin fast geradlinig nach NNW., anfangs 600 m, zeletzt 200 m breit. Aus dieser bemerkenswerten Erscheinung ergibt sich, daß dort, wo jetzt die Warthe fließt, der

[1]) Der Name Tuczen-See klingt in dieser Umgebung wie polnisch. Sollte er nicht etwa sich auf das gut deutsche Wort Tutzen beziehen? Mit diesem werden, zumal in Süddeutschland, die auch in Norddeutschland oftmals Bestände bildenden Rohrkolben (*Typha*) bezeichnet. Vergl. den bekannten Tutzen-Teich bei Nürnberg.

Wasserspiegel einst bis 54 m Meereshöhe gespannt war. Sobald man dies erkannt hat, erblickt man nach den Höhenstufen unseres Kärtchens sofort im Geiste die breite Wasserfläche, die einst den Gorzyner See nach NW mit dem Warthe-See verband, und in dessen einstige Ufergehänge oberhalb der 54 m-Linie so zahlreiche kurze Wasserrisse eingeschnitten sind.

Die östliche Umgebung des Gorzyner Sees wurde durch den Bau der Eisenbahn Bentschen-Birnbaum durchschnitten, deren Aufschlüsse ich im September 1908 beging. Diese Bahnlinie fehlt in unserem, bereits im August 1907 fertig gedruckten Kärtchen. Sie läuft fast gerade nordsüdlich, zwischen dem Ostrande des Kärtchens und der von Birnbaum nach Gorzyn führenden Chaussee. Am Bahnhofe Birnbaum durchschneidet sie miocäne Braunkohlenformation, dann bis Gorzyn Geschiebemergel.

Die Niederung der SO-Ecke unseres Kärtchens ist ein ehemaliger See, der nun durch das erwähnte Tälchen über die Heinrichs-Mühle zum Gorzyner See abwässert. Sie ist erfüllt mit kalkigem Faulschlamm, der beim Eisenbahnbau dort entdeckt wurde und 1908 mittels einer Torfstechmaschine abgebaut wurde. Letztere sticht 4 m tief, ohne den Untergrund des Wiesenkalks zu erreichen. Dieser ist sehr rein und reicht fast bis zutage. Nur die obersten 1—2 Dezimeter wurden, weil moorig, als unrein weggeworfen. Der bergfeuchte Wiesenkalk ist von 0—4 m Tiefe erfüllt mit Schneckenschalen, hauptsächlich *Valvata piscinalis* und *Limnaeus* sp. var., daneben *Pisidium*. Der nasse, frischgestochene Wiesenkalk ist, wie immer, gallertartig, und bei 1—3 m Tiefe blaßfleischrot, am rötlichsten bei 2 m Tiefe. Er ist nach Bestand und Inhalt der Faulschlamm vom limnetischen Teile eines in jungalluvialer Zeit entwässerten Sees, dessen höhere sandige Randstufen und Haken man in dem Verlaufe der Höhenlinien noch erkennt.

Der Aufbau der tieferen Schichten wurde durch eine Brunnenbohrung aufgeklärt, welche 500—600 m östlich des Gorzyner Sees auf Bahnhof Gorzyn in + 65.00 m N. N. angesetzt wurde.

Dieselbe ergab nach der Bestimmung des Custos Dr. SCHNEIDER:

2 m	Lehmigen Sand	von 0	— 2	m Tiefe
28 »	Geschiebemergel	» 2	—30	» »
1,41 »	Feinen Sand, aus welchem das Brunnenwasser bis 20,0 m unter Gelände stieg	» 30	—31,41	» »
70,87 »	Grauen Geschiebemergel, z. T. sehr geschiebereich	» 31,41-102,28		» »

Hier reicht also Diluvium, und zwar echtes Glazial bis 102,28 m unter Tage, also bis —47,28 m N. N., d. h. bis tief unter den Meeresspiegel und bis 57,68 m unter den Wasserspiegel des Gorzyner Sees. So ist letzterer also nach Osten durch eine diluviale, tief hinabreichende Masse abgesperrt.

Noch näher dem See traf eine auf Gut Gorzyn 1905 abgeteufte Brunnenbohrung nach den durch Dr. J. Behr untersuchten Schichtenproben:

0— 0,1 m	Lehmigen Sand	3,8 m Alluvium
0,1— 1,1 »	Sand	
1,1— 2,2 »	Tonigen Sand mit Pflanzenresten	
2,2— 3,8 »	Torf	
3,8— 9,4 »	Feinen Sand	66,5 m Diluvium
9,4—22,4 »	Mergelsand	
22,4—24,7 »	Feinen Sand	
24,7—29,7 »	Tonmergel	
29,7—49,8 »	Kies	
49,8—50,0 »	Kies mit Braunkohlenresten	
50,0—70,3 »	Geschiebemergel	
70,3—73,6 »	Lignitische Braunkohle . . .	3,3 m Miocän.

Wegen der Lage des Torfes vermute ich, daß diese Bohrung nur wenige Meter über dem Seespiegel angesetzt sei.

Weitere Einzelheiten in den Bau der Gegend gewährten mir einige Gruben bei Birnbaum. Nördlich der Chaussee Birnbaum—Bielsko sah ich in der Ziegelei W. des Walkmühlenfließes 1,7 m bis 2,0 m Talgeschiebesand über pliocänem, hellgrauem »Posener Ton«, dessen Westgrenze westlich Birnbaum — soweit bekannt — erreicht wird. Die Auflagerungsfläche des Talsandes auf dem Posener Ton ist eine horizontale Erosions- oder Abrasionsfläche, die als solche durch eine Blocksohle bezeichnet wird. Letztere ist der Auswaschungsrest der Diluvialschichten, welche früher den Posener Ton hier, wie noch jetzt in der Nachbarschaft, bedeckten. Unter dem Ton war an 2 Stellen ein kleines Braunkohlenflöz, also wohl Miocän, sichtbar.

SSO von hier, SW von Bielsko sah ich in einer »Lehmgrube« Braunkohle und feine Quarzsande des Miocäns, überlagert von diluvialen Sand- und Mergelsand-Schichten, die mit senkrechter, an einer Stelle N 45° O (also NO—SW) streichender Fläche an Geschiebemergel grenzen, der mantelartig die Hügel überkleidet.

Steigt man im Dorfe Bielsko durch ein Gehöft zur Windmühle, so sieht man am oberen Ende der Treppe 2,0 m diluvialen Tonmergel, horizontal überlagert von 0,2 m diluvialem Kies, und über diesem Geschiebelehm, der wenige Meter weiter fast senkrecht abschneidet gegen einen aus der Tiefe aufragenden diluvialen Sand. Wenige Meter weiter sieht man wieder Geschiebemergel, der neben der Windmühle in einer bis 50 m Meereshöhe angelegten Grube abgebaut wird.

So haben wir diese, ungefähr NNW—SSO laufenden Rücken, zwischen denen Seen und Faltentäler liegen, zu betrachten als mit Grundmoränen bekleidete Staumoränen, deren Kern aus aufgerichteten oder gefalteten Tertiär- und Diluvialschichten besteht, und deren Ränder durch Talsande abgewaschen und eingeebnet sind.

An die Westseite eines solchen Rückens grenzt der Gorzyner See. Beim Anblick unserer Karte sieht man, daß derselbe den innersten Rand der einst von NW her bis Gorzyn reichenden Bucht bezeichnet. Wenn irgendwo könnte man hier die Bodenkessel in Beziehung zur Evorsion oder zur sonstigen im engeren Sinne glazialen Gestaltung setzen. Doch sind neben der letzteren auch hier die geologischen Wirkungen jungalluvialer Kreisströmungen nicht zu verkennen. Am benachbarten Dorfsee ist durch eine vertorfte Seebrücke Selbstteilung und in deren Folge Selbststufung um 0,3 m eingetreten. Seine Trennung vom Gorzyner See ist bei dem oben dargelegten, früher höheren Wasserstande durch eine nun als Talriegel erscheinende Seebrücke erfolgt. Aber auch beim jetzigen Wasserstande bereiten sich Teilungen vor. Die in der Mitte des Gorzyner Sees liegende Insel wird von einer Schaar umgeben, die amöboid 4 oder mehr, bis zur Tiefenlinie von 10 m erkennbare Zipfel als unterseeische Haken ausstreckt.

Dem nördlichen Haken der Insel wächst vom Nordufer des

Sees her ein flacher, schmaler Haken entgegen, welcher der Vereinigung mit der Insel zustrebt. Das Studium unserer Karte zeigt in verschiedenen Isohypsen und Isobathen weitere Hakenbildungen.

So sind 2 Seebodenkessel vorhanden, deren westlicher in 2 Sonderkessel zu zerfallen begonnen hat. Auch der östliche Kessel zeigt deutliche Anfänge einer gleichen Gliederung.

Das Ostufer fällt so steil ab, daß die 5 m-Isobathe oft nur 5 m, die 10 m-Isobathe 15 bis 20 m vom Ufer entfernt ist, die 20 m-Isobathe mit 100 m, die 30 m-Isobathe mit 120 bis 150 m erreicht wird. Am Ostufer liegt der herrliche Park am steilen Seeufer, das terrassenförmig bis 15 m über den Spiegel aufsteigt.

g) Chrzypsko-See. Taf. VII.

Auch dieser 44,9 m hohe See ist der Rest eines älteren, viel höher gespannten Sees. Dessen Talsandstufen füllen Gassen zwischen den etwas höheren flachen Wellen, in denen pliocäner »Posener Ton« und diluviale Sande und Kiese aufgepreßt sind, um durch Geschiebemergel oder Geschiebesand abgeschnitten und überlagert zu werden.

Bemerkenswert ist die Kreuzesform des Sees. Denn diese ist nicht Spiel bloßen Zufalls, da sie in gleicher, z. T. noch schärfer ausgeprägter Weise an vielen norddeutschen Seen wiederkehrt.

Der See hat von S und O mehrere Zuflüsse und einen Abfluß im Norden.

Im Seeboden liegt ein Kessel im Kreuz, ferner ein kleiner, anscheinend davon abgeteilter im nordöstlichen Kreuzesarm und ein größerer und tieferer, durch eine Gruppe flacher Inseln und Untiefen getrennter, im südlichen Kreuzesarm. Dieser südliche Bodenkessel ist in der Teilung begriffen. Die Buchten des Sees verlanden und vertorfen, was in Verbindung mit dem Bestehen eines schmalen Abflusses auf annähernd stationären Wasserstand deutet. Am Eingange zur Kl. Lenschetzer Bucht hat ein Hakenpaar begonnen, sich zu entwickeln.

Das Ufer und die Inseln sind mit Schilf umrandet. In der Mitte zwischen der östlichen und westlichen Insel ist eine 20 m lange Sandbank, auf der auch große Steine $^1/_2$ m unter Wasser liegen.

h) Bialokoscher See. Taf. VIII, IX.

Unsere Karte, Taf. VIII, schließt mit ihrem Nordrande unmittelbar an den Südrand der Taf. VII an, so daß ein größeres Gebiet lebender und erloschener Seen als Ganzes überblickt werden kann.

Der Bialokoscher See liegt auf der Nordseite der dicht nördlich des Städtchens Pinne vorbeiziehenden, in der Hauptsache ostwestlich gerichteten, mittelposenschen Endmoräne. Sein Grundriß ist länglich und steht etwa rechtwinkelig zur Endmoräne.

Durch seine längliche Gestalt erscheint er als sogenannter Rinnensee. Dennoch wäre es verfehlt, wollte man etwa seine tiefste Rinne auf Auswaschung durch offen fließendes Wasser zurückführen. Denn südlich von der verlandeten Insel »Werder« beschreibt sie einen Bogen, der offenbar durch Hakenbildung abgetrennt ist. Der tiefste Bodenkessel, 29 m, liegt nahe dem Nordrande und wird jetzt durch ein in geringer Wassertiefe vordringendes Hakenpaar abgeschnürt. Der größere, südlichere Rest der Tiefenrinne zerfällt in 4 gesonderte Bodenkessel. Verlandung zeigt sich an Buchten und Inseln. Von der Insel Werder gehen in geringer Wassertiefe nach NW und SO Haken, welche als Kliffhaken bezeichnet werden können.

Der südliche Teil des Sees ist flach, am Rande mit vielem Schilf bestanden. Der nördliche Teil des Sees wird durch eine Schilfhalbinsel, die im O in den See hineinreicht, und durch eine Spitze im S der kleinen Schilfbucht von dem Hauptbecken gesondert und weist an der Verbindungsstelle nur 8 m Tiefe auf.

i) Langer, Kurziger und Groden-See I, II, III. Taf. X.

Taf. X grenzt mit dem westlichsten Teile ihres Nordrandes an den östlichsten Teil des Südrandes des obersten Kärtchens der Tafel III. Beide Karten ergänzen sich also zu dem Bilde einer größeren Seengruppe. Das bei Taf. III über den Höllengrund-See Gesagte findet hier seine unmittelbare Fortsetzung.

Im Langen-See bei Samst sieht man die Abschnürung der NW-Bucht durch ein Hakenpaar, dessen nördlicher Haken durch ein flaches Inselchen festgelegt ist. Man sieht in den Isobathen schon die Stelle des künftigen Seepasses. In dem länglichen

Hauptteil des Sees sieht man 2 weitgetrennte Bodenkessel, zwischen denen mehrere Querhaken vorzudringen begonnen haben.

Noch deutlicher ist die Hakenbildung im Kurziger See, dessen größere Flachheit sie begünstigt. Bemerkenswert ist die Einseitigkeit der Verlandung, die das Wasser gegen das Nordostufer drückt. Die 3 Grodenseen erweisen sich in der Karte deutlich als Restseen eines einzigen, einst etwas höher gespannten Sees, der durch 2 Seebrücken zerteilt wurde. Die südlichere dieser Brücken ist die jüngere.

k) Luttomer See. Taf. XI.

Nach dem Kartenbilde ein typischer Rinnensee. Er wird durchflossen vom Luttomer Fließ, welches 1 km nördlich seines Nordrandes in die Warthe mündet, über deren Wasser sein Spiegel nur wenige Dezimeter erhöht ist. Er ist eingesenkt in Talsande, zwischen denen in mäßiger Entfernung flache Geschiebemergelplatten aufragen. Eigentliche Seebodenkessel hat er nicht ausgebildet. Wohl aber einen einst bei mehrere Meter höherem Wasserstande ausgebildeten, modellartig schönen Querhaken am nördlichen Teile seines Westufers, der durch einen kürzeren Gegenhaken unterstützt, mit der Zeit den nördlichsten Teil des Sees zu einem selbständigen See abschnüren wird. Der Luttomer See ist ein Gebilde der Talstufe, dessen Analoga bei anderer Gelegenheit vorgeführt werden sollen.

l) Kwiltscher See. Taf. XII.

Der Kwiltscher See liegt 80,4 m hoch im Endmoränengebiete. Er hat geringfügigen Zufluß von Süden und nach Norden einen Abfluß, der bis zum Bialtscher See um 40,7 m fällt. Durch Verlandungen hat er sich kaum merklich verschmälert, aber von Norden und Süden her auf etwa die Hälfte verkürzt: Langsame Annäherung zur Kreisform.

m) Gr. Bialtscher See. Taf. XII.

Er liegt zwischen Chrzypsko-See und Luttomer See. Betreffs seiner geologischen Umgebung gilt das vom ersteren Gesagte auch für ihn. Er ist der fast rundliche Rest eines von N und S

her vertorften, sich nordsüdlich fast 4 km erstreckenden Sees. Aus beiden vertorften Enden erhält er Zuflüsse; sein Abfluß führt nach Westen zum Luttomer See, bis zu welchem das Luttomer Fließ nur 2,1 m Gefälle hat. Er muß also einst bei höherem Wasserstande mit diesem zusammengehangen haben. Sein Boden ist flach und hat nur 5 m bis 5,5 m Tiefe bewahrt. Auch hier ist die Verlandung einseitig und vermeidet das Ostufer. So wird dereinst der See fast völlig vertorfen und nahe seinem Ostufer wird ein kleiner rundlicher Restsee dann noch einige Zeit erhalten bleiben.

n) Samolentscher See. Taf. XII.

Dieser See bildet eine NNW—SSO gerichtete Rinne in der Grundmoränenlandschaft. Sein nördlicher Abfluß zur Warthe wird durch Abschlämmassen umgrenzt. Der Bodenkessel ist noch einheitlich, der Schilfbestand vorwiegend am Ostufer entwickelt.

o) Glembuch-See. Taf. XII.

Dieser im Kreise Meseritz liegende See ist in Talsande eingesenkt, welche sich weiter südlich an die Geschiebesandumwallung des Meseritzer Beckens anlagern. Er zeigt bei 19 m Tiefe einen noch einheitlichen Seebodenkessel, Verlandungen im N, S und SW und einige Haken, die sich auf den flachen Randteil des Sees beschränken.

p) Schrimmer See. Taf. XII.

Er liegt SSW von Zirke, SW vom Luttomer See in ähnlicher Umgebung wie dieser. Er ist aber breit und im Begriff, durch Hakenbildung sich einzuschnüren, wie die Karte deutlicher zum Ausdrucke bringt, als Worte vermöchten.

Über die Selbsterhöhung von Seen und die Entstehung der Sölle.

Von Herrn **Alfred Jentzsch** in Berlin.

Jeder See hat seine gesonderte Geschichte, welche nicht nur von äußeren geologischen Vorgängen, sondern auch von der inneren Entwicklung abhängt, wie solche durch die Gestalt und Größe des Sees und seines Einzugsgebiets bestimmt ist. Während viele Seen ihre Wasserfläche noch fortwährend verkleinern und damit den Anschein einer allgemein fortschreitenden Austrocknung Norddeutschlands erwecken, soll im Folgenden gezeigt werden, daß manche kleinere Seen ihren Wasserstand erhöhen, und daß dies selbst bei gleichbleibendem Klima eine notwendige, wenngleich vorübergehende Phase in der Entwicklung nicht nur eines norddeutschen, sondern überhaupt jedes Binnensees bedeutet.

Für den Flächeninhalt f eines Sees hatten wir im vorhergehenden Aufsatze[1]) die Gleichung aufgestellt

$$f = \frac{(H-h)\,F - Q - q}{h' - h}$$

in welcher F den Flächeninhalt des gesamten Einzugsgebietes (also einschließlich der Fläche des Sees) in Quadratmetern, H die mittlere jährliche Regenhöhe, h die durchschnittliche Verdunstungshöhe auf dem Lande, h' dieselbe auf dem Wasser in Metern, Q in Kubikmetern die jährliche Menge der oberirdischen, q desgleichen der unterirdischen Abflüsse des Sees bezeichnet.

In Seen ohne oberirdischen Abfluß ist $Q = 0$; es vereinfacht sich also die Gleichung zu dem Ausdrucke:

$$f = \frac{(H-h)\,F - q}{h' - h}.$$

[1]) Beiträge zur Seenkunde, Teil I, S. 63.

In der Mehrzahl der Fälle ist nach Ansicht des Verfassers $q = 0$ oder doch unmerklich klein. Dies ergibt sich durch einfache Überlegung aus Folgendem. Ein See kann unterirdisch abfließen, wenn sein Wasser irgendwo an einem tieferen Punkte wieder zutage treten oder durch Verdunstung verbraucht werden kann. Die Möglichkeit dazu könnte bestehen, wo in der Nachbarschaft tiefere Seespiegel, Grundwasserspiegel, Flußläufe oder Quellen vorhanden sind. Mag nun die durchlassende Sand- oder Kiesschicht, durch welche Seewasser fließt, mit Wasser erfüllt oder stellenweise in ihren oberen Teilen trocken sein: immer wird ihr Grundwasserspiegel tiefer als der Seespiegel liegen müssen. Denn sonst könnte letzterer den Gegendruck des Grundwassers nicht überwinden.

Solche Lage hat nur ein Teil der norddeutschen Seen. Aber selbst dieser kleinere Teil dürfte zumeist — Ausnahmen gibt es natürlich — kein Wasser unterirdisch abgeben, weil jeder See, der nicht klüftigen Fels-Untergrund hat, im Laufe der Jahre seinen Grund mit einer Dichtung von Sinkstoffen überzieht: Ton, feinstem Sand, abgestorbenem Plankton, Kalk und Faulschlamm verschiedenster Art.

Das aus umgebenden Höhen vordrängende Grundwasser kann und muß am Boden der Seen Quellen erzeugen, die vermöge ihres Auftriebes die betreffenden Stellen frei halten von Plankton und Sinkstoffen aller Art. In umgekehrter Richtung aber, d. h. wenn Wasser aus dem See in das Grundwasser austritt, versperrt es sich alsbald selbst den Ausweg, indem seine Sinkstoffe auf dem ursprünglich durchlässigen Sanduntergrund sich anhäufen, wie auf einer Filterfläche. Daß schon verhältnismäßig schmale Dämme das Wasser absperren, sieht man an Stromdeichen, Mühlendämmen und den Stauanlagen moderner Talsperren. Der im Flachlande bei letzteren übliche Einbau von Ton zwischen den Sand ist auch in den durch die Natur geschaffenen Sperren zwischen zwei Seen manchmal vorhanden. Fast immer aber sind die natürlichen Dämme, welche Seen zu höherem Wasserstande aufstauen, erheblich breiter, als die üblichen künstlichen Dämme; dauernd durchlässig bleibt der Seegrund nur an solchen Stellen, wo Wasserströmungen dauernd oder doch in kurzen Zwischenräumen die niedersinkenden Stoffe aufheben und wegführen. Solche Strömungen gibt es

a) in Seen, welche Zu- und Abfluß haben;

b) in den im vorigen Aufsatze besprochenen Kreisströmungen der Seen. Diese können stellenweise den Untergrund bewegen; da sie aber naturgemäß am stärksten und häufigsten nahe der Oberfläche kreisen, wird man die Stelle, an denen Seewasser unterirdisch entweicht, wohl am ehesten dort suchen dürfen, wo unter dem Einflusse der Strömungen der Schaarberg am steilsten ausgebildet ist.

Die meisten Seen sind jedoch, da die angeführten Bedingungen nur selten erfüllt sind, so lange ohne Abfluß, bis der Beharrungszustand des Seebodens durch besondere Ereignisse gestört wird.

Wenn oder solange $q = 0$, ist demnach sehr einfach

$$f = \frac{(H-h)}{h'-h} \cdot F.$$

Sehen wir aber von den verhältnismäßig geringen Änderungen ab, welche F bisweilen erleidet, sowie von dem hier und da auch in Norddeutschland vorkommenden Verhältnis, daß das unterirdische Zuflußgebiet anders begrenzt wird, als das oberflächlich sichtbare, so wird die zeitliche Veränderlichkeit hauptsächlich bedingt durch Veränderungen von h und h'.

In einem gegebenen Klima wird in einem neuentstandenen Becken schon nach wenigen Jahren oder Jahrzehnten die Oberfläche des den tiefsten Grund erfüllenden Sees sich dem berechneten Werte f nähern. Die Näherung wird anfangs verzögert, wenn der Untergrund durchlässig ist; sie schreitet später schneller fort, wenn letzterer durch Sinkstoffe sich dichtet; der Wert f nähert sich endlich, da bei Vergrößerung der Wasserfläche die Gesamtmenge der Verdunstung steigt, asymptotisch einem Gleichgewichtszustande Aber auch dann ist er einem gewissen säkuleren Wandel unterworfen, weil selbst bei gleichbleibendem Klima h und h' sich wandeln müssen: h' wächst, sobald Schilf und andere Pflanzen der Schaar aus dem Seewasser in die Luft emporsteigen; denn diese vergrößern durch ihre Blätter die Verdunstungsfläche des Wassers und somit dessen Verdunstung. Je breiter und dichter die »Schaar« des Sees sich entwickelt, je größer wird h', mithin je kleiner die Seefläche f. Die Wirkung des Schilf-

wuchses ist also nicht nur, daß er die freie Wasserfläche (den limnetischen Teil) des Sees einengt, sondern auch, daß er dessen Wasserspiegel um etwas (wenngleich vielleicht anfangs nur um Zentimeter oder Millimeter) erniedrigt und somit die Gesamtfläche des Sees verkleinert. Noch verwickelter ist die Größe h. Die Menge der Zuflüsse des Sees wächst, wenn die Niederschläge schneller abfließen können; sie wächst also mit der geologisch gesetzmäßig fortschreitenden Ausbildung der Regenrinnen. Diese führen jährlich rascher und vollständiger die Regen- und Schneeschmelzwässer ab und dem See zu, so daß ein immer kleinerer Bruchteil derselben für die Verdunstung auf dem Lande übrig bleibt. Dem wirkt aber entgegen die Ausbildung von Pflanzendecken auf dem Lande. Je höher und dichter diese sind, um so länger halten sie den Schnee usw. zurück, um so stärker beschleunigt der Blattreichtum die Verdunstung und um so tiefere Teile der Bodenkrume erschließen die Wurzeln, um deren aus Regen und Schnee stammende Feuchtigkeit in die Luft verdampfen zu lassen. So muß auch h, je nachdem der eine oder andere Einfluß überwiegt, bei gleichbleibendem Klima sich verändern.

Schließlich werden alle diese Faktoren sich einem Beharrungszustand nähern und der See dann die mittlere Größe f annehmen.

Aber eines steht nicht still: Die Verlandung. Zwar wird auch deren Geschwindigkeit verschiedene Phasen durchlaufen: Anfangs besteht im See noch kein Pflanzenwuchs. Wellen, Längs- und Kreisströmungen können leicht die Ufer, wie die flacheren Teile des Untergrundes angreifen und deren Sand und Ton, vermehrt um den von Flüssen, Bächen und Regenrinnen herbeigeführten Schlamm, sowie um den vom Winde zugeführten Staub, über den Sandboden und an dessen Uferrändern, gesondert nach der Korngröße, ausbreiten. So entstehen die ersten Anfänge des Flachufers und des Schaarberges.

Je mehr aber der Pflanzenwuchs im See sich entwickelt und zonenweise zu Beständen sich verdichtet, desto gründlicher schützt er die Ufer und verringert somit die Menge der den Strömungen anheimfallenden mineralischen Sedimente; da auch die von Flüssen usw. herbeigeführten Sinkstoffe immer mehr durch den Pflanzen-

wuchs in der Nähe der Mündungen zurückgehalten werden, so müssen an letzteren Deltas sich vorschieben, während die den Seeströmungen zum Aufbau von Haken, Sandbänken usw. zur Verfügung stehenden Mineral-Sedimente sich verringern. Gleichzeitig vermehren sich die aus dem Zerfall der alljährlich absterbenden Tiere, Pflanzen und Pflanzenteile entstehenden organischen Sinkstoffe. Unter der Wechselwirkung dieser Vorgänge wird ein kleiner und flacher See immer schneller zuwachsen; im größeren und tieferen See, in welchem die Fläche groß ist im Verhältnis zur Uferlänge, wird die anfangs ebenfalls rasche Verlandung des Ufers sich zeitweise verlangsamen, nämlich so lange die spezifisch leichten Zerfallstoffe der Pflanzen nahezu vollständig vom Wasser ergriffen und durch dieses über die gesamte Seebodenfläche ausgebreitet werden können. Erst wenn die Pflanzengürtel so breit geworden sind, daß sie selbst einen erheblichen Teil ihrer Zerfallstoffe vor den Uferwellen schützen und zurückbehalten können, wird der Boden innerhalb der Schaar sich zu einem über den Seespiegel aufwachsenden Flachmoortorf entwickeln und somit den See wieder einzuengen beginnen. So muß in größeren Seen die anfangs rasche Verlandung sich bald verlangsamen, um später wieder beschleunigt zu werden.

Immer aber wird das Endergebnis sein: der See wird durch randliche Verlandung, zumal in Deltas, Buchten und Haken immer mehr eingeengt.

Da nun f eine Funktion von F, h und h' ist, so muß es bei unverändertem Klima konstant bleiben; dies kann es nur durch Erhöhung des Seespiegels. In abflußlosen Seen muß also die innerhalb eines Jahres über den Seespiegel aufwachsende Verlandungsfläche f_v gleich sein der innerhalb derselben Zeit durch Erhöhung des Wasserspiegels unter Wasser gesetzten Verlandungsfläche f_u früherer Jahre oder Jahresgruppen. Es wird

$$f_v = f_u,$$

wobei allerdings in praxi wegen der durch Verbreiterung des Schilfgürtels gleichzeitig eintretenden Vermehrung der Verdunstung eine gewisse Verschiebung zugunsten f_v eintreten wird. Die an einem See ohne Verlandungsgürtel erscheinenden Stücke des Uferrandes

sind also durchaus nicht durchweg nur »Abtragsflächen«, sondern sie umfassen außer den fortgesetzt dem Abbruch ausgesetzten Teilen auch überstaute Flächen, in welchen zwar eine Erhöhung durch Torf oder Sedimente stattfand, diese aber überwältigt wurde durch die noch stärkere Erhöhung des Wasserspiegels. Für das Leben der Uferpflanzen ist dies nicht ohne Bedeutung.

Im Laufe der Jahrhunderte oder Jahrtausende zerfällt schließlich jeder See in Teilstücke, wie dies im vorigen Aufsatz geschildert wurde und im 2. Heft der »Beiträge zur Seenkunde« durch meine Beobachtungen pommerscher Seen noch weiter belegt werden wird.

In den letzten Phasen der Verlandung liegen die mehr und mehr zugerundeten Teilstücke größerer Seen inmitten weiter, horizontaler Torfflächen, mit denen sie allmählich in die Höhe wachsen, bis sie schließlich vom Pflanzenwuchse ganz erfüllt und erdrückt werden. Die Außenränder dieser Torfebenen werden von den Abschlämmassen der höheren Ränder des einstigen Sees überspült und erhöhen sich dadurch ein wenig. Erst nach vieltausendjährigem Fortschreiten erreichen diese Abschlämmassen, gesondert nach Korngröße, den bis dahin längst vertorften Ort des einstigen Rest- oder Teilsees.

Anders in kleineren und kleinsten Seen. Hier sind die mineralischen Abschlämmassen massiger als die Biolithe. Sie überwältigen die etwaigen Anfänge von Torfbildung und zwingen den See, mit ihnen inmitten mineralischer Sedimente emporzuwachsen.

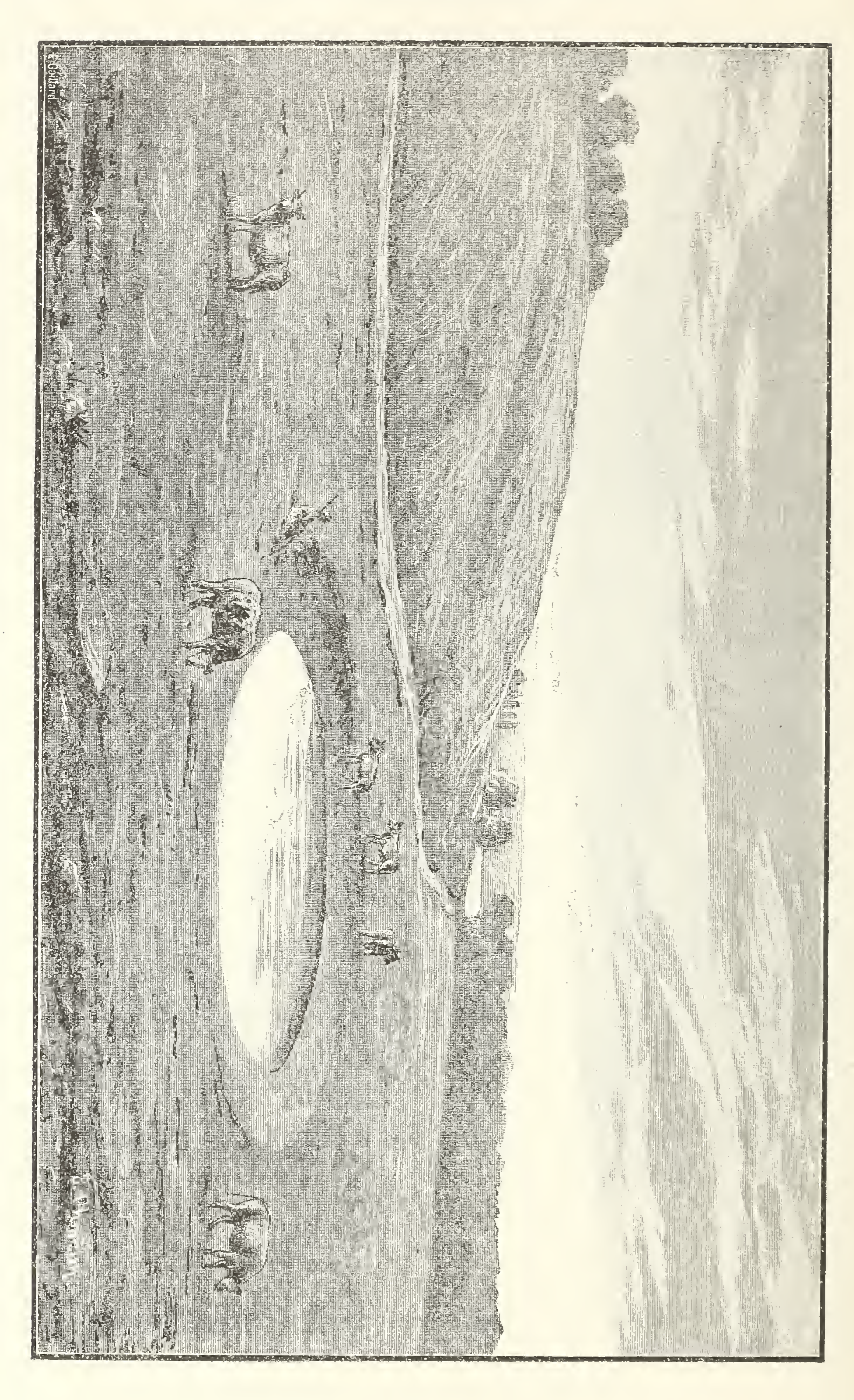
So entstanden und entstehen noch die Sölle, jene kleinen rundlichen, oft fast genau kreisrunden Wasserlöcher, die zu Tausenden das norddeutsche Flachland durchschwärmen und deren Bildungsweise seit langem den Geologen ein Rätsel war.

Abb. 1 gibt das Bild eines Sölls nach einer vom Verfasser vor 20 Jahren bei Kartierung des Blattes Mewe in Westpreußen aufgenommenen Photographie.

Andere Bilder von Söllen gaben G. Berendt[1]) aus der Gegend

---

[1]) G. Berendt, Über Riesentöpfe und ihre allgemeine Verbreitung in Norddeutschland. Zeitschr. d. D. geolog. Gesellsch. XXXII, 1880, S. 56—74, daselbst S. 65.



von Weißensee bei Berlin, E. Geinitz[1]) von Langeböк und Langenhagen, desgleichen von Sievershagen, alle drei in Mecklenburg, F. Wahnschaffe[2]) aus der Gegend von Brüssow in der Uckermark. Unser Bild stimmt mit den 5 anderen erwähnten in allem wesentlichen überein. Aus den 6 Bildern wird auch der ferner wohnende Forscher einen überraschend gleichförmigen Typ erkennen. Bei der Auslotung von Söllen Neuvorpommerns fand Bellmer[3]), daß die Sölle meist flache Wannen darstellen von 1—4 m, selten mehr als 5 m Tiefe. Trichter-Gestalt fand er seltener.

Diese rundlichen Wassertümpel erregten früh die Aufmerksamkeit der Landesforscher. Silberschlag[4]) und einzelne spätere Nachfolger hielten sie für Krater, aus denen die erratischen Blöcke über das Land verstreut worden seien, v. Bennigsen-Förder[5]), L. Meyn und andere betrachteten einzelne gelegentlich gesehene Sölle als Erdfälle und damit als Anzeichen in der Tiefe anstehenden Gips- und Salzgebirges.

Und als, durch O. Torell angeregt, die Glazialhypothese ihren Siegeszug durch Norddeutschland antrat, kamen bald darauf zwei Geologen, G. Berendt[6]) und E. Geinitz[7]) fast gleichzeitig und unabhängig voneinander dazu, jene »Pfuhle« als Strudellöcher aufzufassen. Deren mecklenburgischer Name Söll (Mehrzahl Sölle) ist auf Geinitz's Vorschlag in den allgemeinen Gebrauch der Geologen übergegangen.

Geinitz sagte: »Die Sölle sind eine so weit verbreitete Ober-

---

[1]) Lethaea geognostica III, 2. Quartär. Stuttgart 1904, S. 316, sowie Titelbild zu »Die Seen, Moore und Flußläufe Mecklenburgs.« 4⁰. Güstrow 1886.

[2]) Wahnschaffe, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Aufl. Stuttgart 1909, S. 144.

[3]) Bellmer, X. Jahresbericht d. Geographischen Gesellschaft zu Greifswald 1907, S. 489.

[4]) Silberschlag, Geogenie. Berlin 1780.

[5]) v. Bennigsen-Förder, Das nordeuropäische Schwemmland 4⁰. 1863, S. 17.

[6]) Berendt, a. a. O. S. 64—72 und Kärtchen ihrer Verbreitung bei Berlin. Taf. VII.

[7]) Geinitz im Archiv des Vereins der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg und zwar: XXXIII, 1879 (1. Beitrag zur Geologie Mecklenburgs), S. 54—58; XXXIV, 1880 (2. Beitrag), S. 10—12; XXXVIII, 1884 (6. Beitrag), S. 4—5.

flächenerscheinung und haben überall ein so gleiches Äußere, daß ihre Entstehung in allen Gegenden wohl ein und dieselbe sein wird, und es scheint mir die Erklärung, sie als Strudellöcher aufzufassen, am meisten Wahrscheinlichkeit zu haben.«

Berendt sprach die Sölle, für welche er noch den Namen Pfuhle gebrauchte, geradezu als Riesenkessel an und setzte sie mit in Gesteinen beobachteten Strudellöchern in Beziehung. Diese Ansicht hat weite Verbreitung gefunden.

A. Steusloff[1]) hat Bedenken gegen diese Ansicht ausgesprochen und eine andere Erklärung gegeben. Seine Bedenken waren folgende:

Eine große Zahl unserer Sölle liegt in ganz ebenem Terrain, viele andere in einer gleichmäßigen, flachtellerförmigen Depression, in der eine Wirkung fließender Wasser ausgeschlossen erscheint. Andere, die perlschnurartig aneinander gereiht in flachen Taldepressionen liegen, halten zumeist die Mitte derselben, während die Strudel fließender Wasser nur in der Nähe der Ufer zu entstehen pflegen, wenn sie nicht durch Unebenheiten der Talsohle hervorgerufen werden. So erscheint es ausgeschlossen, daß die Sölle, wie die Riesentöpfe von Luzern, durch Wirkung horizontal schnell dahinschießender, tiefe Strudel bildender Schmelzwasser ausgewaschen sind.

Aber auch vertikal wirkende, in Gletscherspalten abstürzende Wasser können die Auskolkung nach Steusloff's Dafürhalten nicht bewirkt haben, weil sie bei 5 m Kesseltiefe Löcher an der Oberfläche von viel größerem Radius auswaschen müßten.

Da das Bild eines Solles mit seinen gerundeten, meist kreisförmigen Ufern, seinen steil abfallenden Rändern und der ihn umgebenden Depression an Einsturzlöcher, Erdfälle erinnert, so führt Steusloff die Sölle auf Einstürze der über totes Gletschereis, welches später schmolz, geschütteten Decke. Letztere, außer für Norddeutschland auch für Island und Nordamerika ausgesprochene Ansicht erfreut sich gegenwärtig der Zustimmung vieler Geologen. Auch nach unserer Ansicht ist solche Entstehung für gewisse

[1]) A. Stensloff, Die Entstehung unserer Sölle. Naturwissenschaftl. Wochenschrift 1896, Nr. 34, S. 401—402.

Fälle möglich. Ich bezweifle nicht, sondern bin vielmehr der entschiedenen Überzeugung, daß gegen Ende der letzten Vereisung sich zahlreiche größere und kleinere Massen von »totem Eise« festsetzten, und daß bei diesen gelegentlich auch örtliche Überschüttungen mit Sand und Gletscherschutt vorkamen, die nach dem Schmelzen des toten Eises an dessen Lagerstelle hinabsanken, Vertiefungen der Oberfläche schufen, oder auch von Schmelzwässern unterspült wurden, so daß Seen von allerlei Gestalt und geringer Größe unter ihnen ausgespült wurden.

Aber daß die Gestalt dieser über totem Eise eingebrochenen Kessel in allen zehntausend Fällen fast kreisrund geworden sein sollte, das ist höchst unwahrscheinlich. Denn die bei nachweislichen Erdfällen, Pingen usw. fast allgemein beobachtete Kreisgestalt ist nur dadurch bedingt, daß bei einer gewissen Tiefenlage des eingestürzten Hohlraumes die in dessen Umrisse bezw. horizontalem Querschnitte vorhandenen Aus- und Einbuchtungen sich unter dem Seitendruck des nachstürzenden Deckgebirges ausgleichen und nach der Oberfläche in einer Kegel- oder Zylinderfläche fortsetzen, deren Horizontalschnitt dem Minimalumfange, d. h. dem Kreise zustrebt.

Dort, wo in Norddeutschland tote Eismassen zurückblieben, mußten dies verhältnismäßig große, flächenhaft entwickelte Gebilde sein, welche an der Oberfläche der Moräne oder eines Sanders lagen und nur verhältnismäßig dünn durch den wachsenden Sander oder durch gelegentlich neuvorrückende Moräne bedeckt werden konnten. Es ist also nicht abzusehen, wodurch dieselben so kleine, immer fast kreisrunde Oberflächenkessel bilden konnten. Für mittlere und größere, unregelmäßiger gestaltete Seen ist die Beeinflussung durch totes Eis weit eher denkbar.

Seine auf Usedom und Wollin begonnenen Seenstudien[1]) führten den Verfasser zu einer anderen Erklärung der bei uns als Sölle bezeichneten Zwergseen[2]), wobei zwar nicht glaziale, vertikale oder

---

[1]) Vergl. Beiträge zur Seenkunde, Heft II (noch im Druck).

[2]) Jentzsch, Umgestaltende Vorgänge in Binnenseen. Zeitschr. d. D. geol. Gesellsch. LVII, 1905, S. 423—432.

horizontale Strudel, aber jungalluviale Kreisströmungen und Minimalflächen eine Rolle spielen.

Die im norddeutschen Flachlande so bezeichnenden, langgestreckten Ketten von Seen erklären sich nun einfach als Reste ursprünglich größerer, zusammenhängender Seen. Und zwar brauchten diese weder durch Moränen abgesperrt, noch in ihren einzelnen Kesseln durch strudelnde Gletscherwässer (Evorsion) ausgekolkt zu werden, sondern die trennenden Kräfte wirkten alluvial und wirken noch heute fort; aber nicht sowohl durch Aushöhlen der Tiefen, als durch Aufbauen der trennenden Brücken. Diese Erkenntnis ist durchaus verträglich mit der Tatsache, daß auch Moränen, Oser (Åsar) und Deltas stellenweise zwei Seen scheiden. Mögen nun lange Seen in Ketten oder rundliche Seen in scheinbar unregelmäßig verstreute Restseen sich auflösen: in beiden Fällen zielen die Kräfte auf eine Annäherung an Kreisgestalten und auf eine verhältnismäßige Erhaltung der Tiefen hin, da letztere im allgemeinen nur von den langsam sich anhäufenden Plankton-Niederschlägen und nur örtlich und anfangs ausnahmsweise von vorrückenden Haken überdeckt werden.

Diese Neigung zur Kreisgestaltung findet ihren vollkommensten Ausdruck in den kleinsten unserer Seen, den Söllen.

Schon längst mußte gegenüber der Evorsionshypothese der Umstand auffallen, daß man nirgends neben den Söllen Wälle der durch den Strudel ausgeworfenen Massen fand. Aber man hatte sich bei der Erklärung beruhigt, daß jene Massen mit dem Strudelwasser weit hinweggeführt worden seien.

Dagegen stelle ich die Frage: Wie ist es möglich, daß in dem Zeitraum vieler Jahrtausende, welche seit dem Verschwinden des Inlandeises verflossen, zwar viele Sölle vertorft, aber die übrigen Zehntausende mit scharfen Rändern, gewissermaßen unverändert erhalten geblieben sein sollen? Angesichts der Verlandung, welche alle größeren und mittleren Seen in dieser Zeit betroffen hat, wie angesichts der aufbauenden und zerstörenden geologischen Kräfte überhaupt erklärte ich schon 1905: es ist unmöglich, daß eine der als Sölle inmitten losen Schwemmlandes abgebildeten Gestalten ein Jahrtausend bestehe!

Der angebliche Evorsionsrand ist keineswegs im diluvialen Geschiebemergel eingeschnitten, sondern in jungalluviale Aufschüttungsmassen, welche bisweilen petrographisch dem Geschiebelehm ähneln können, wenn sie durch Abschwemmung nahebei anstehenden Geschiebemergels erzeugt wurden. Oft liegen in der Tat die Sölle in unmittelbarer Nähe anstehenden Geschiebemergels, bisweilen aber weit davon entfernt mitten im Sande oder anderen geschlämmten Sedimenten. Stets aber ist ihre unmittelbare Umgebung fast völlig eben und horizontal und weist schon dadurch den Geologen darauf hin, daß sie durch Ausfüllung und Einebnung älterer Bodeneinsenkungen entstand.

Im allgemeinen kann man am Rande eines Sölls einen der nächsten Bodenerhebung zugewandten Teil (den *proximalen Rand*) von dem entgegengesetzten (dem *distalen Rande*) unterscheiden. Bohrt man an der Oberkante des proximalen Randes, so trifft man in der Höhe des Wasserspiegels oder darunter auf humose oder humusstreifige Massen. Selbst dieser proximale, also dem Geschiebemergel zugewandte Rand ist demnach aufgeschüttet. Er besteht in der Grundmoränenlandschaft aus Abschlämmassen, welche auf der preußischen geologischen Spezialkarte mit (α) bezeichnet werden. Diese sind vorwiegend Absätze periodischer und auf engem Raum sich entwickelnder Wässer, wie sie als Regen- und Schneeschmelzwässer ihr geologisches Werk im Kleinen, aber durch oftmalige Wiederkehr dies vergrößernd, verrichten. In Geschiebemergelgebieten wird (α) oft sogar in Aufschlüssen überraschend ähnlich dem echten Geschiebemergel, aus dessen Umlagerung es hervorging. Noch viel schwerer ist es, (α) von diesem, durch bloße Betrachtung der Ackerkrume zu unterscheiden. Die Erfahrung schärft aber doch den Blick des kartierenden Geologen der in der Regel die Grenze zwischen (α) und (∂m) dort erkennen wird, wo ein Gehänge am Fuße sich abflacht. Dessen anfangs deutlich geneigter Schutthügel verflacht sich weiterhin immer mehr und verfließt schließlich mit der Ebene, welche den Anschwemmungen eines Sees oder Flusses ihr Dasein verdankt. Erreicht der Schuttkegel eine Wasserfläche — sei es ein See oder eine zeitweilig austrocknende Pfütze —, so findet eine beschleunigte

Ablagerung von Sinkstoffen, mithin eine Erhöhung des Uferrandes statt. An diesem Uferrande entwickelt sich ein besonders dichter Pflanzenwuchs, welcher sich in mehrere Gürtel bezeichnender Pflanzengesellschaften gliedert und diese halten die Abschlämmmassen der Regenwässer an ihren Blättern und Stengeln fest, so daß verhältnismäßig wenig davon in den innersten Ring gelangt, mithin nur langsam die innere Wasserfläche verschüttet wird, während der Uferrand sich erhöht und zwischen ihm und dem diluvialen Gehänge eine Alluvialebene sich aufbaut. Der Fuß dieser niedrigen Jungalluvialstufe wird vom Wasser bespült und soweit unterwaschen, daß er im natürlichen Böschungswinkel abfällt, dessen Oberrand meist durch Pflanzenwurzeln befestigt und dadurch steiler erhalten werden kann. Die Böschung wird verhältnismäßig steil, solange das Söll groß genug bleibt, um randliche Driftströme, wenngleich geringsten Maßes, zu gestatten. Daß diese Unterwaschung auch jetzt noch an Söllen eintritt, sieht man gelegentlich an den im Boden gewachsenen, nun frei in die Luft ragenden Wurzeln von Bäumen und Sträuchern. In der Mehrzahl der Fälle werden die Sölle die Reste von Seen-Tiefen sein, welche Einsenkungen der bekanntlich besonders kleinwelligen glazialen Oberfläche erfüllten, also kleiner Grundmoränen-Seen. Sie können aber ebensowohl aus Seen und Pfützen alluvialen Alters sich entwickeln. Wesentliche Begleiterscheinungen der nordeuropäischen Vereisung sind nicht die rundlichen, bisher irrtümlich auf Evorsion oder Einsturz gedeuteten Sölle in ihrer jetzigen Gestalt, sondern die ganz anders und unregelmäßig gestalteten, ursprünglichen Vertiefungen, welche der glazialen Aufschüttung und Aufpressung oder der subglazialen Auswaschung ihre Hohlform verdanken. Ihnen reiht sich ein Außenrand fluvioglazialer Aufschüttungsflächen (Sander) an, in welchen Sölle als Restseen gleichfalls schaarenweise auftreten, wobei es denkbar bezw. wahrscheinlich ist, daß totes Eis die Anfänge solcher Restseen verursachte, die sich dann durch fortgesetzte Aufschüttung und Selbstteilung zu Söllen oder Gruppen von Söllen ausgestalteten.

F. WAHNSCHAFFE[1]) meint, meine Erklärung gehe »viel zu weit, da häufig isolierte Pfuhle ohne bedeutende Abschlämmassen an ihrer Umrandung in den flachen Grundmoränengebieten eingesenkt sind. Für ihre Entstehung kann die Evorsionstheorie aufrecht erhalten werden.«

E. GEINITZ[2]) entgegnet auf meine Erklärung: »Daß die Sölle meist noch einen auffällig scharfen Rand besitzen, beruht nach meiner Beobachtung wohl darauf, daß die Ränder durch das Vieh oder durch seitliches Heranpflügen steil gehalten werden; die Sölle liegen ja fast alle in Ländereien, die seit lange in Kultur stehen, in Wäldern zeigen sie die normaleren, flacheren Böschungen. Mit genanntem Umstand ist auch das Vorkommen von humusstreifigen sogenannten Abschlämmassen in der unmittelbaren Umgebung der Sölle zu erklären, also durch Zutun des Menschen. Weiter sei bemerkt, daß gar manche Sölle an oder auf den Gipfeln von Anhöhen liegen, daß sie nie im Sandboden, sondern immer im schweren Lehmboden auftreten . . . Übrigens kommen runde Wasserlöcher von der Bildungsweise, wie sie JENTZSCH annimmt, in Talsand und Moorniederungen vor.«

GEINITZ gibt also zu, daß runde Kessel auf die von mir beschriebene Art entstehen, behauptet aber, ebenso wie WAHNSCHAFFE, daß echte Sölle, ohne alluviale Umgebung, unmittelbar in Geschiebemergel eingesenkt seien. Demgegenüber bemerke ich, daß dies für die bisher abgebildeten 6 Sölle nicht zutrifft, und daß ich bei meinen langjährigen Wanderungen im norddeutschen Flachlande unter ungezählten Söllen zwar einzelne hoch »am Berge« gesehen habe, aber keinen, der am Rande nicht wenigstens eine Andeutung alluvialer Zuschüttung und Abrundung gezeigt hätte. Je höher »am Berge« in einer Moränenlandschaft eine Vertiefung — sei es durch Evorsion, sei es durch Wegschmelzen überschütteten toten Eises — entstand, um so kleiner ist natürlich das Ein-

[1]) F. WAHNSCHAFFE, Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 3. Aufl. Stuttgart 1909, S. 338.

[2]) E. GEINITZ, Zwei eigentümliche Landschaftsformen, Rommel und Rämel, sowie Bemerkungen über Sölle. Archiv des Vereins der Freunde der Naturgesch. in Mecklenburg 61, 1907, S. 104—110, speziell S. 108—110.

zugsgebiet des darin gesammelten kleinen Sees; aber selbst dann wird letzterer durch alluviale Kräfte jene Zurundung erfahren, die für die Sölle von jeher bezeichnend befunden wurde. Viehtrift macht die Ränder nicht steiler, sondern flacher. Dagegen mag sehr wohl das »Zupflügen«, welches nach meinen Beobachtungen an manchen Gehängen uralte Gemarkungsgrenzen durch einseitiges Zu- und Abpflügen zu Steilrändern von 1 bis 2 m Höhe gestaltet hat, auch am Rande der Sölle stellenweise zu deren Zuschüttung beigetragen haben. Wo dies anerkannt wird, fällt die Erklärung des rundlichen Umrisses durch Evorsion erst recht ins Wasser.

So erkennen und bestätigen wir nach den Beobachtungen, wie nach unserer Theorie der Selbsterhöhung abflußloser Seen die Sölle als Enderscheinung der Verlandung abflußloser Seen. Von letzteren unterscheiden wir zwei Hauptfacies: Die moorige und die sedimentäre. Welche der beiden Facies als Endstadium eintritt, hängt bei sonst gleichen Umständen, hauptsächlich von der Größe des ursprünglichen Sees ab. Bei größeren Seen wird α zunächst einen im Verhältnis zu f schmalen Uferrand bilden, mithin die Moorfacies den größten Teil des Sees erfüllen, und nur langsam und gering mächtig wird α sich über das Flachmoor ausbreiten, um dessen Mitte nie zu erreichen, da schon vorher in unserem Klima sich dort ein Übergangs- und darauf ein Hochmoor ansiedeln wird. In kleineren und kleinsten Seen dagegen wird α bald das Flachmoor unterdrücken und durch aufgeschwemmte Sedimente dessen Oberfläche erhöhen, so daß sie im Sommer trocken wird und Äcker liefern kann. Jeder Regenguß wird auch im Sommer den Boden erhöhen; doch wird sich in der Wasserfläche der Überschwemmungszeit ein rundlicher Schaarberg entwickeln, innerhalb dessen auch in der Trockenzeit das Wasser sich hält in der durch die Gleichung

$$f = \frac{H-h}{h'-h} F$$

bedingten Größe. Wenngleich bei jeder allgemeinen Überschwemmung auch der Boden dieses innersten Kreises sich etwas erhöht, wird doch das Höhenwachstum seiner Umgebung vielfach ein schnelleres oder mindestens ebenso schnelles sein, weil Pflanzen

den Schlamm festhalten und letzterer zunächst von den Außenrändern her kommt. So wird auch der Söll, sein Wasserspiegel und sein Boden mit dem Aufwachsen seiner ebenen Umgebung allmählich in die Höhe gehoben.

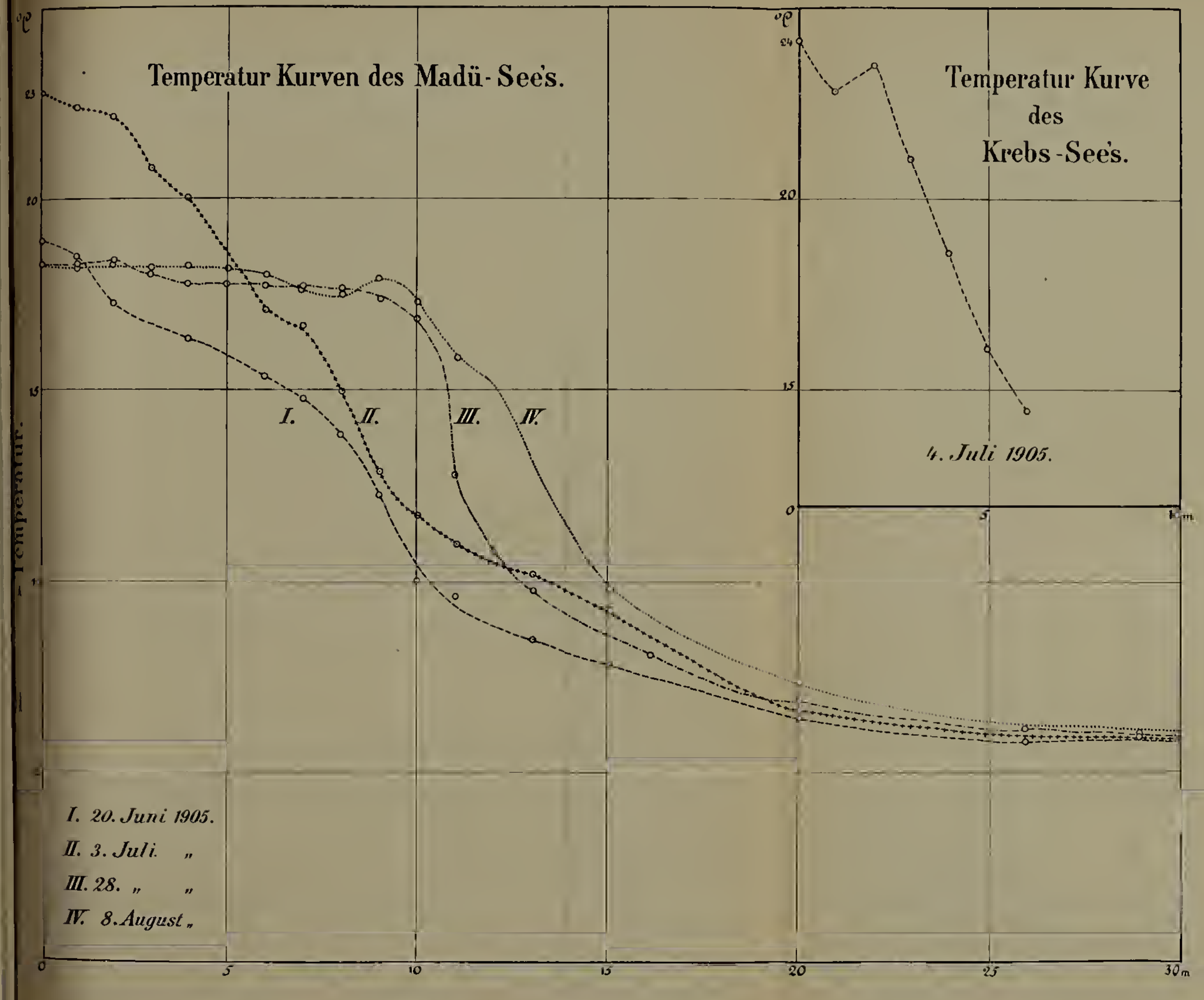
Dies gibt eine gewisse Analogie mit den Blänken der Hochmoore, welche inmitten des ringsum aufwachsenden Torfmooses als pflanzenärmere Wasserflächen dort bestehen und sich über den Wasserspiegel benachbarter Flüsse dort erheben, wo zu irgend welcher Zeit durch klimatische, geologische oder biologische Ursachen das freudige Höhenwachstum des Mooses zerstört wurde. Man kann sich sehr wohl Grenzfälle denken, in denen Endseen der Moorfacies zum Ausgangspunkt künftiger Blänken von Hochmooren wurden. In der Mehrzahl der Fälle dürften letztere aber, wie bisher es schon deutsche und schwedische Botaniker ausgesprochen haben, auf vorwiegend biologische Ursachen zurückzuführen sein. Gemeinsam mit den Söllen ist ihnen die, der Minimalform zustrebende Kreisgestalt, die meist mehrere Meter betragende, mithin im Verhältnis zur Fläche erhebliche Tiefe, und ihr mit der Umgebung fortschreitendes Höhenwachstum. Im weiteren Sinne kann man sie hiernach als die Sölle der Hochmoore bezeichnen

Im Gegensatz zur Selbsterhöhung abflußloser Seen neigen Seen, welche Abflüsse haben, meist zur Erniedrigung ihres Wasserspiegels. Doch können, wenn die Abflüsse im Verhältnis zur Größe des Sees gering sind, auch Grenzfälle eintreten. Diese erzeugen eigenartige Gebilde, über welche in einem späteren Hefte gehandelt werden soll.



Druckfehler-Berichtigung.

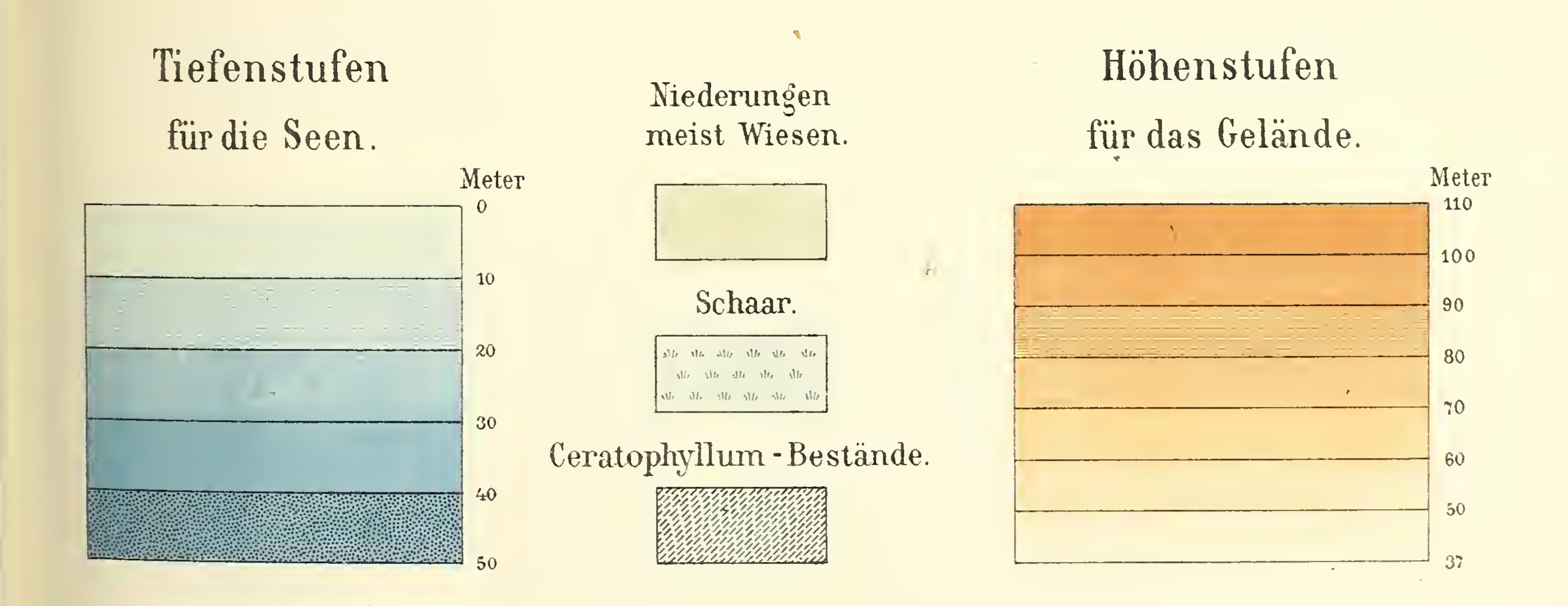
Seite 106, Zeile 14 v. o. ist für das Söll zu setzen: der Soll und entsprechend auf den Seiten 99—109.


Temperatur Kurven des Madü-See's.
Temperatur Kurve des Krebs-See's.
4. Juli 1905.
I. 20. Juni 1905.
II. 3. Juli "
III. 28. " "
IV. 8. August "
I.
II.
III.
IV.
°C
Temperatur.
Tiefe.
0
5
10
15
20
25
30 m



Übersichts-Karte 1 : 500 000.

Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.

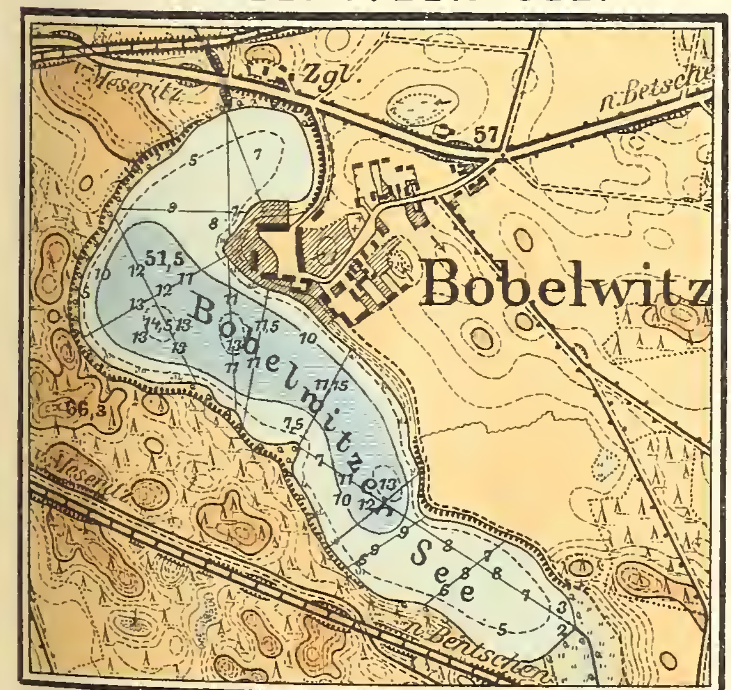


Topogr. Grundlage bei den folgenden Tafeln: Meßtischblätter der Königl. Preuß. Landes-Aufnahme.

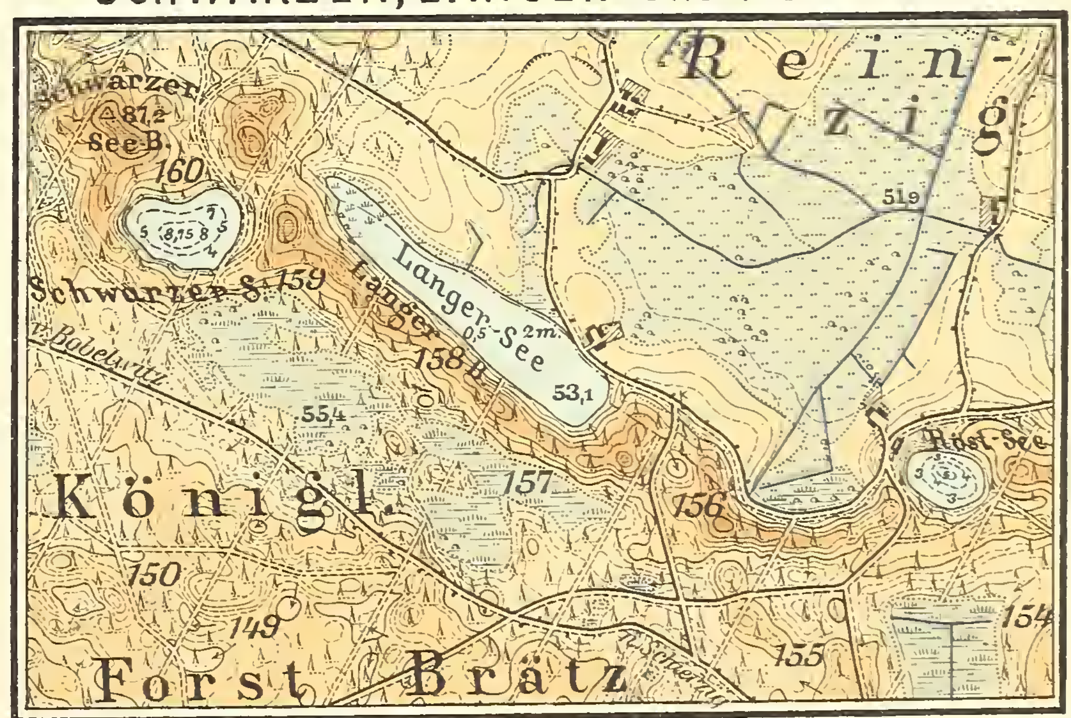


TSCHEISCHT- UND HÖLLENGRUND-SEE.

BOBELWITZER SEE.



SCHWARZER; LANGER- UND RÖST-SEE.



Seelotungen ausgeführt durch Schild.

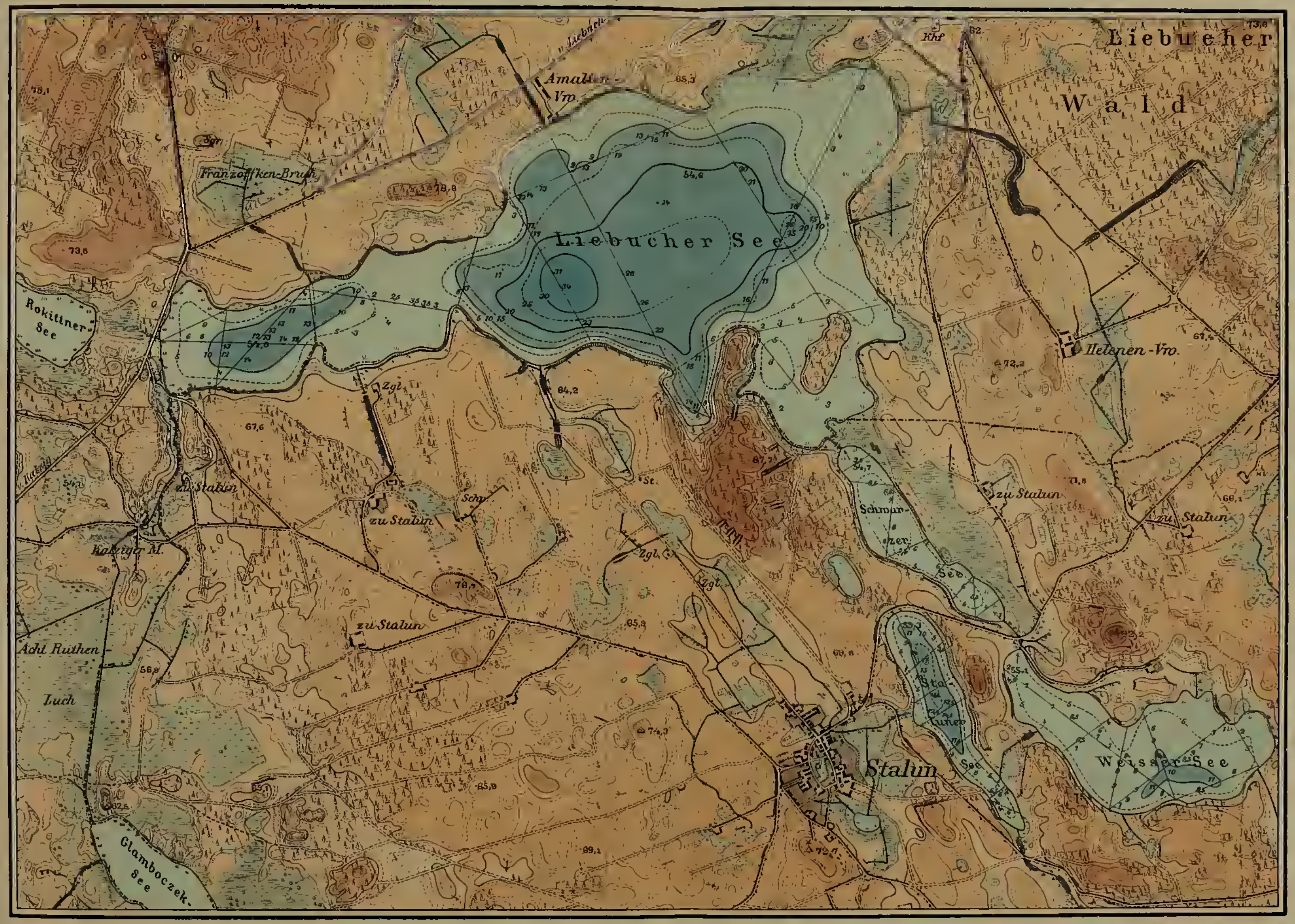
Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

LIEBUCHER, SCHWARZER, WEISSER UND STALUNER SEE.



Seelotungen ausgeführt durch Schild.

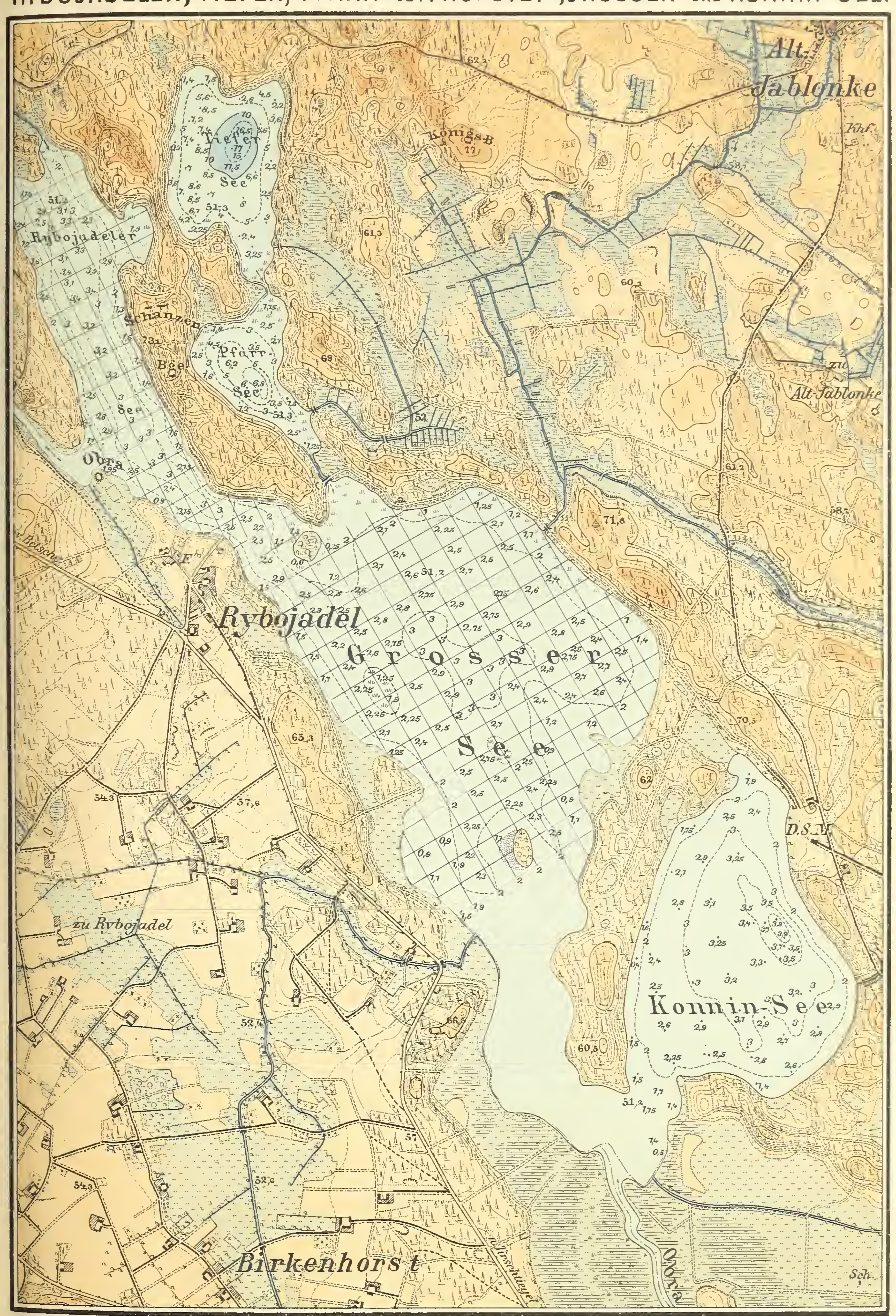
Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter



RYBOJADELER, TIEFER, PFARR- od. PROPSTEI-, GROSSER und KONNIN-SEE.



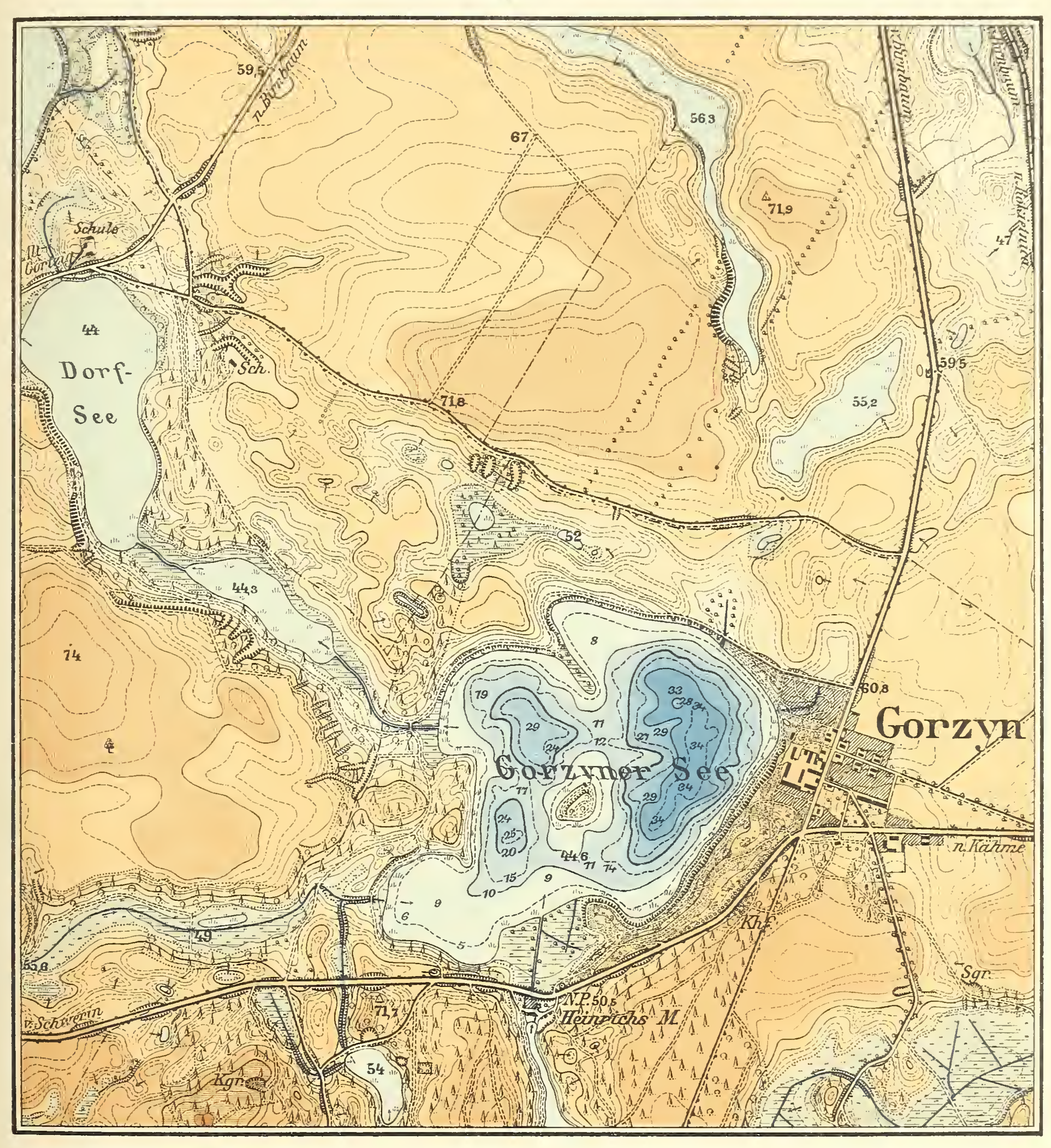
Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.

Maßstab 1:25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter



GORZYNER SEE.



Seelotungen ausgeführt durch Schild.

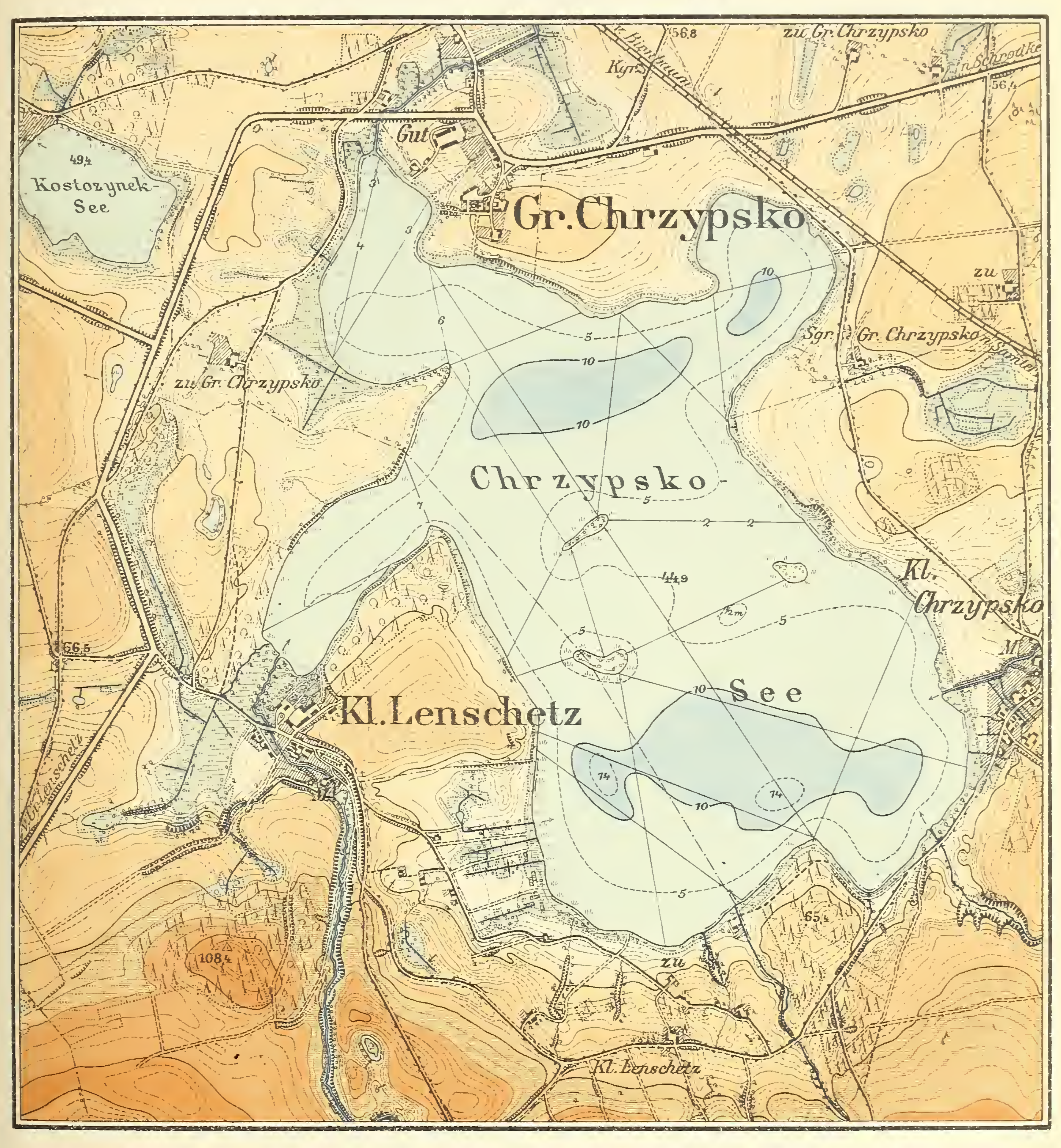
Lith. Anst. v Leop. Kraatz, Berlin.

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter


NATURAL H

CHRZYPSKO-SEE.



Seelotungen ausgeführt durch Schild.

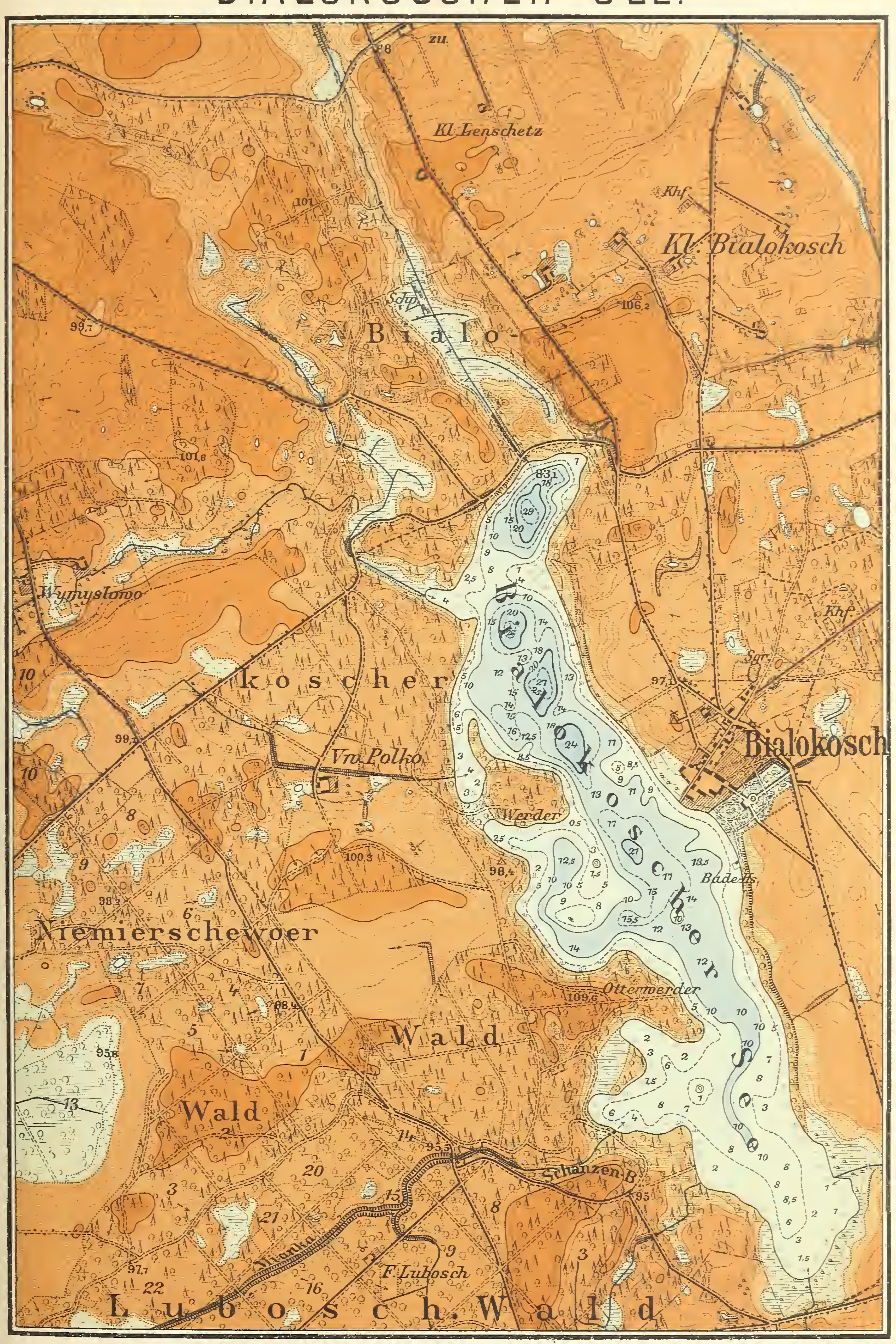
Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.

Maßstab 1:25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter



BIALOKOSCHER SEE.



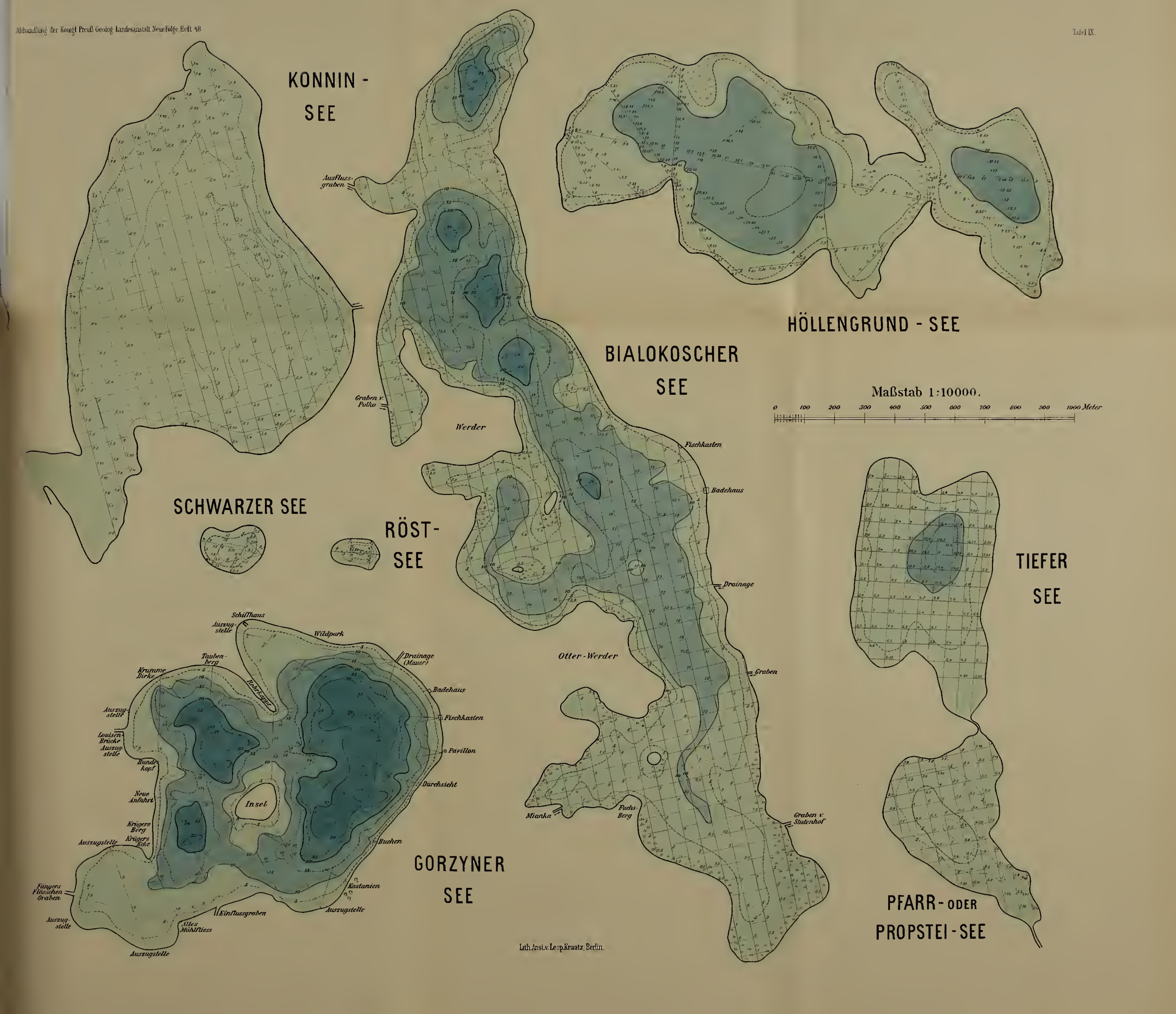
Seelotungen ausgeführt durch Schild.

Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter

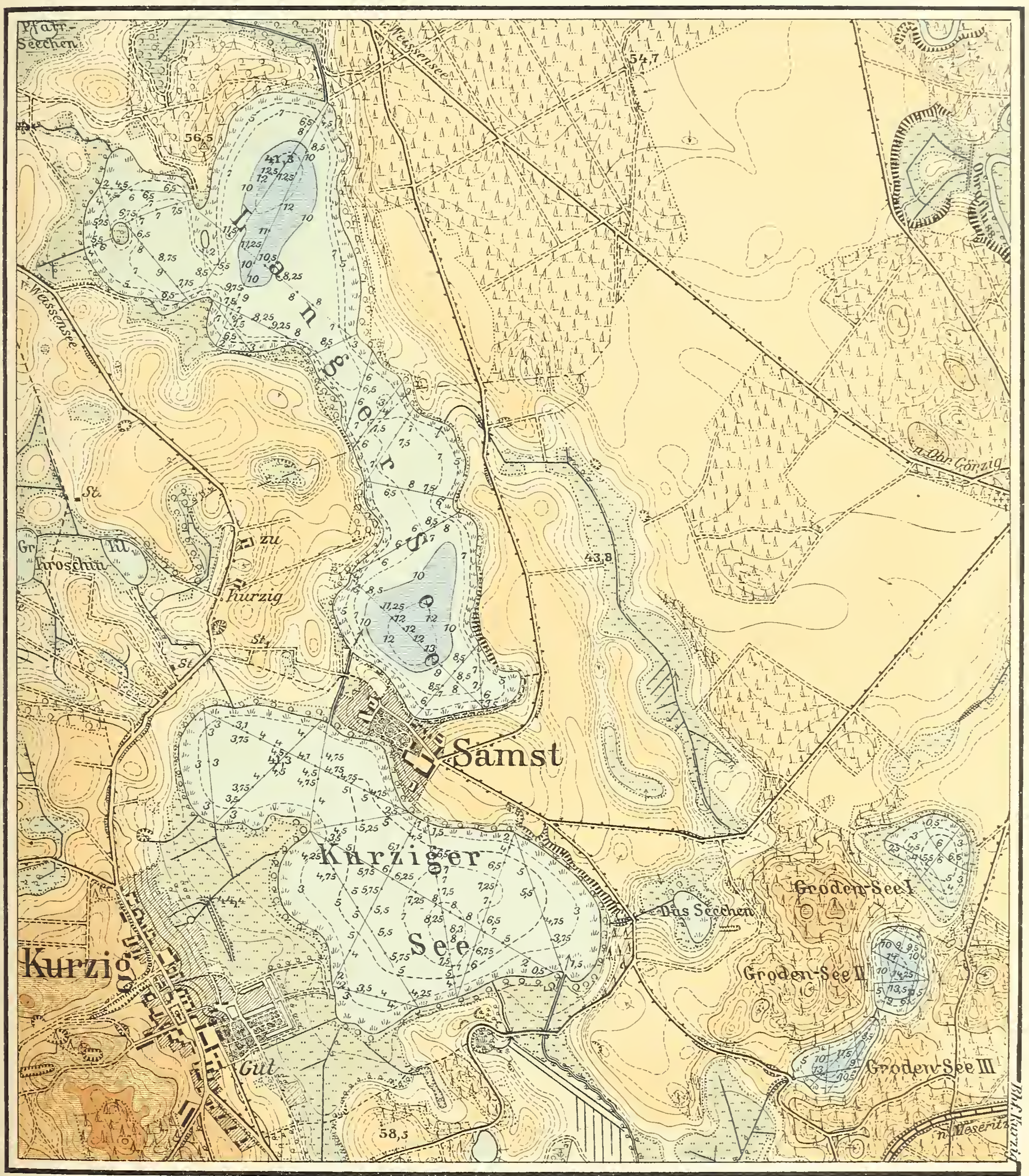




Lith. Anst. v. Leop. Kraatz, Berlin.



LANGER-, KURZIGER- UND GRODEN-SEE I, II, III.



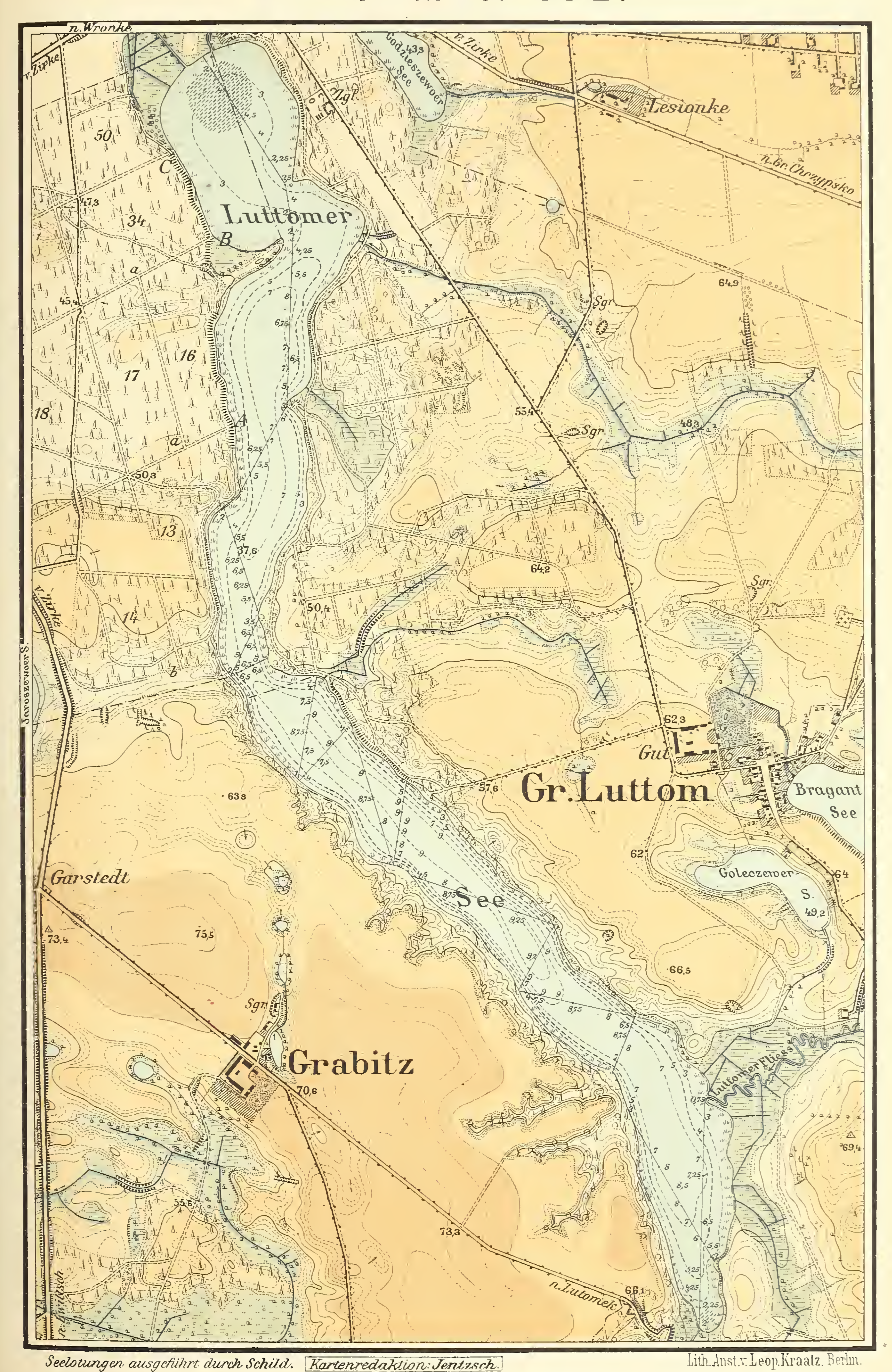
Seelotungen ausgeführt durch Schild. Kartenredaktion: Jentzsch. Lith. Anst. v. Leop. Kraatz. Berlin.

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY

LUTTOMER SEE.



Seelotungen ausgeführt durch Schild. Kartenredaktion: Jentzsch. Lith. Anst. v. Leop. Kraatz. Berlin.

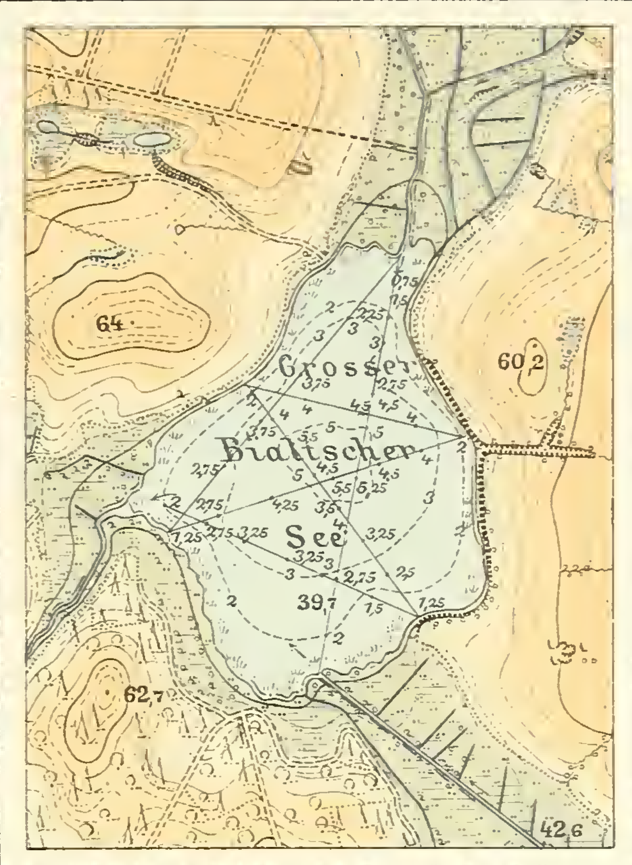
Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter


NATURAL HISTORY

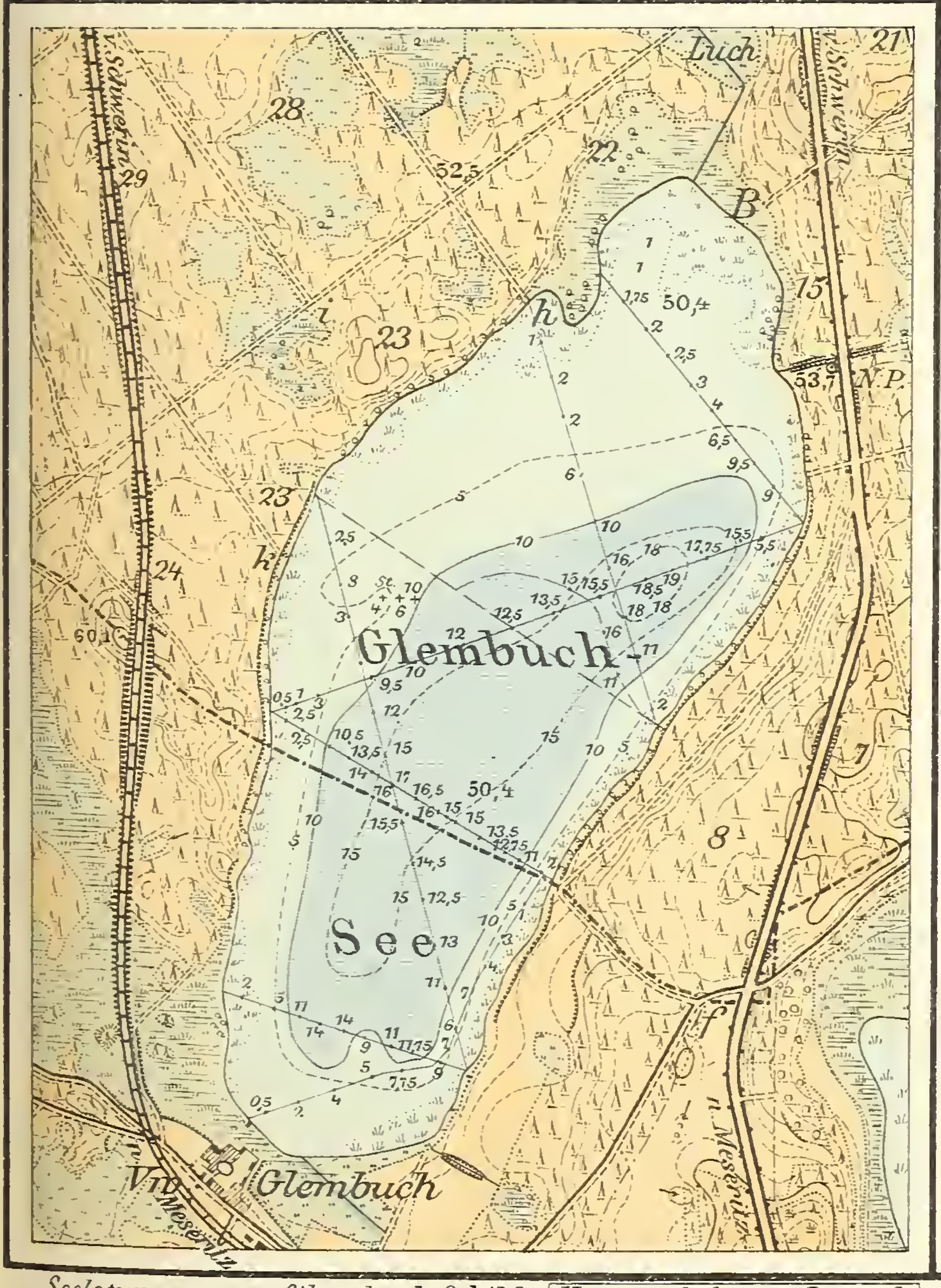
KWILTSCHER SEE. GR. BIALTSCHER SEE. SAMOLENTSCHER SEE.

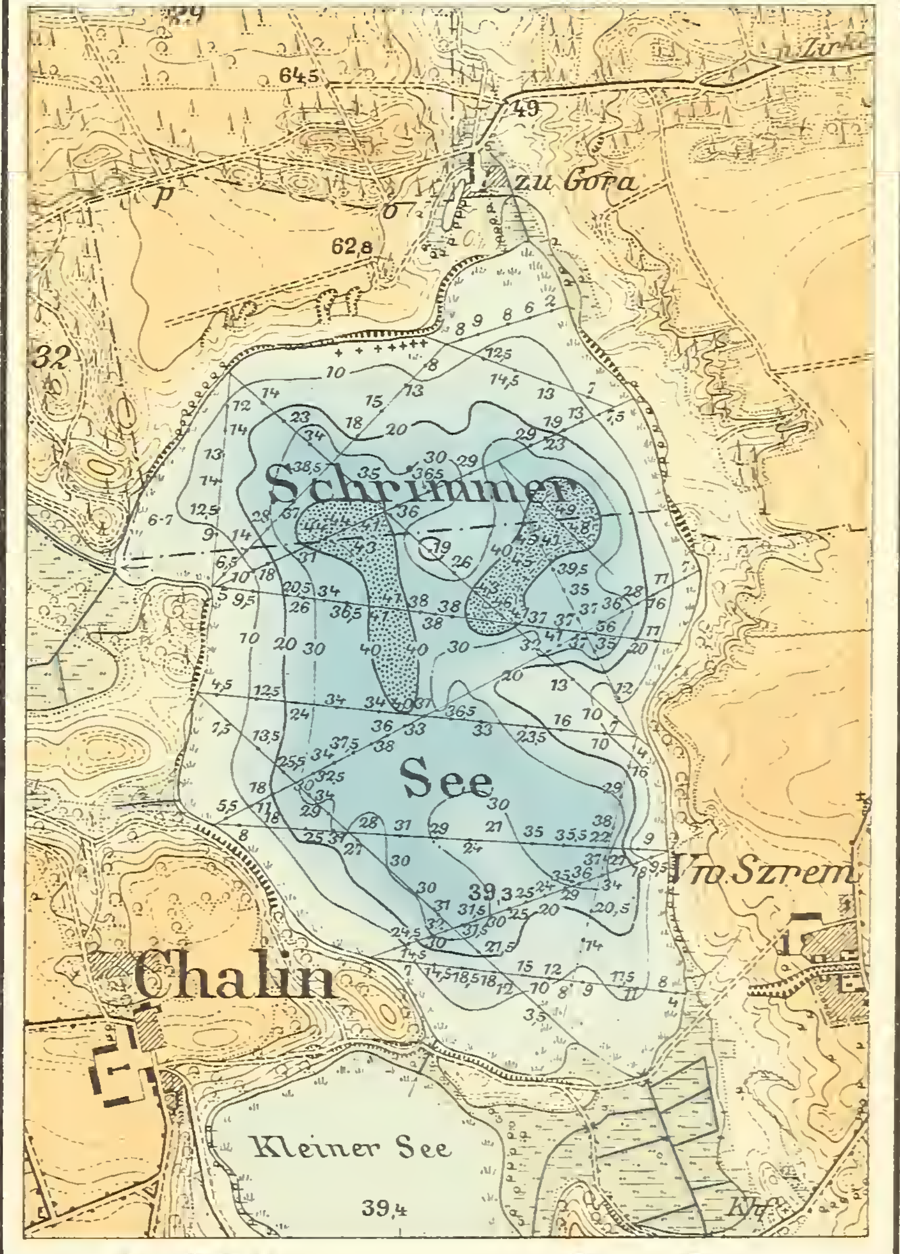






GLEMBUCH-SEE. SCHRIMMER SEE.





Seelotungen ausgeführt durch Schild. *Kartenredaktion: Jentzsch.* Lith. Anst. v. Leop. Kraatz. Berlin.

Maßstab 1 : 25000.

0 100 200 300 400 500 1000 1500 2000 2500 3000 Meter


BRITISH MUSEUM
NATURAL HISTORY



Buchdruckerei A. W. Schade, Berlin N., Schulzendorfer Straße 26.











